સૃષ્ટિશાસ્ત્ર

ભાગ ૨ જો.

ધોરણ છઠ્ઠાના વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકો માટે.

લેખક

મથુરભાઈ કાળીદાસ પટેલ,

તાલુકા સ્કૂલના હેડમાસ્તર—પાદરા.

ઘણા સુધારા વધારા સાથે બીજી આવૃત્તિ. નકલ ૧૦૦૦.

કિંમત ચાર આના.

સૃષ્ટિશાસ્ત્ર, ભાગ ૨ જો.

ધોરણ છઠ્ઠાના વિદ્યાર્થીઓ અને શિક્ષકો માટે.

લેખકઃ—મથુરભાઈ કાળીદાસ પટેલ.

પ્રકાશકઃ—મથુરભાઈ કાળીદાસ પટેલ,
હેડમાસ્તર—પાદરા.

ઘણા સુધારા વધારા સાથે બીજી આવૃત્તિ. નકલ ૧૦૦૦.

સંવત ૧૯૭૧. સને ૧૯૧૫.

કિંમત ચાર આના.

અમદાવાદ
ધી ડાયમંડ જ્યુબિલી પ્રિન્ટીંગ પ્રેસમાં
પરીખ દેવીદાસ છગનલાલે છાપ્યું.

પ્રિન્ટિંગ એજન્ટ:
જીવનલાલ અમરશી મહેતા,
મેનેજર—પ્રિન્ટિંગવર્ક્સ એન્ડ બુક્સ એજન્સિ; અમદાવાદ.

પ્રસ્તાવના.

વડોદરા રાજ્યનાં નવીન ધોરણોમાં સૃષ્ટિ જ્ઞાનનો સ્વતંત્ર વિષય રાખી ધોરણ ૫ માં વાંચનમાળા ૫ મીનો અને ૬ માં વાંચનમાળા છઠ્ઠીનો ૩ જો ભાગ સમજથી શિખવવા ઠરાવ્યું છે. આ વિષયમાં વનસ્પતિશાસ્ત્ર, ભૂસ્તરશાસ્ત્ર, પ્રાણીશાસ્ત્ર, ઇંદ્રિયવિજ્ઞાનશાસ્ત્ર, ખગોળશાસ્ત્ર, પદાર્થવિજ્ઞાનશાસ્ત્ર, રસાયનશાસ્ત્ર વિગેરે વિજ્ઞાનનાં મૂળતત્ત્વો સમાવેલાં હોવાથી પ્રાથમિક શાળાઓના નાની વયના અને થોડા જ્ઞાનવાળા વિદ્યાર્થીઓને મૂળતત્ત્વ રૂપ પાઠો સમજવા કઠણ પડે છે એમ અનુભવથી સમજાયું છે તેથી કેટલાક શિક્ષક બંધુઓની સલાહથી **ધો. ૫ માટે સૃષ્ટિશાસ્ત્ર ભા. ૧ લો અને ધો. ૬ માટે સૃષ્ટિશાસ્ત્ર ભા. ૨ જો** પુસ્તકોના ક્રમે પણ વિદ્યાર્થીઓ સમજી શકે એવી સરળ ભાષામાં ઘણા વધારા સાથે રચવામાં આવ્યાં છે.

આ પુસ્તક માટે પ્રૉ. મોદકનાં મરાઠી સૃષ્ટિશાસ્ત્રનો, સર ભાલચંદ્રના મરાઠી વનસ્પતિશાસ્ત્રનો, મરાઠી શાળાપત્રમાં આવેલા છૂટક લેખોનો અને તેવાજ બીજા અનેક લેખો વાંચી જઇ તેના મનનનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે. પહેલી આવૃત્તિ પ્રસિદ્ધ થતાં નવી મેલટ્રેનિંગ કૉલેજના વિદ્વાન્ પ્રિન્સિપાલ સા० ડૉકટર પંડયા અને જુની ટ્રેનિંગ કૉલેજના અધ્યાપકો મે० ગાંડાભાઇ, મે० જોશી વગેરેને રચના પસંદ પડી હતી. ઘણા શિક્ષક બંધુઓએ અને મેલટ્રેનિંગ કૉલેજના વિદ્યાર્થીઓએ બુકોનાં વખાણ કર્યા હતાં અને પોતાના પાઠ તૈયાર કરવામાં ઉપયોગ કર્યો હતો. મેલટ્રેનિંગ કૉલેજના વિદ્વાન પ્રિન્સિપાલ સા० મે० દીક્ષિત સાહેબે અને કેટલાક શિક્ષક બંધુઓએ હજુ પણ બીજી આવૃત્તિ સરળ કરવા અને પેટાં વિશેષ પાડવા અને પેટાની માર્જીનલ નોટ બને તેટલી વધુ લખવા સૂચવ્યું હતું. આ આવૃત્તિમાં એ તરફ લક્ષ રાખી સુધારો કરવામાં આવ્યો છે અને વિદ્યાર્થીઓને શિખવામાં અને શિક્ષક બન્ધુઓને શિખવવામાં મદદ કરે એવી રચના વિસ્તારથી કરવામાં આવી છે. છાપ કામમાં સુધારો કરાવ્યો છે અને કદ વધ્યા છતાં કિંમત કાયમ રાખી છે તેથી હું ધારૂં છું કે આ આવૃત્તિ શિક્ષક બન્ધુઓને વધુ ઉપયોગી થઇ પડશે.

મ० કા० પટેલ.

સૃષ્ટિશાસ્ત્ર, ભાગ ૨ જો.

પદાર્થ.

પદાર્થની વ્યાખ્યાઃ—જેને વાસ્તવિક રૂપ હોય અને જે અવકાશ (ખાલી જગો)ને રોકી શકે તે* પદાર્થ છે.

પદાર્થનાં બીજાં નામઃ—દ્રવ્ય, પ્રકૃતિ એ પદાર્થનાં બીજાં નામ છે.

પદાર્થની સમજઃ—પૃથ્વી, સૂર્ય, પાણી, પત્થર, ઝાડ, બરફ, હવા, વરાળ, ધૂમાડો, વાદળાં, ખડક, શરીર, કાગળ, તારા વગેરે પદાર્થ છે; કેમ કે તેમને અમુક આકાર હોય છે અને તેઓ જગો રોકે છે. (૧) હવા આંખથી દેખાતી નથી છતાં હાથ વિંઝતાં સ્પર્શથી તે છે એમ સમજાય છે અથવા પવન શરીરને સ્પર્શ કરે છે એટલે સમજાય છે. પાણીને પોતાનો ખાસ આકાર-રૂપ નથી પણ જે વાસણમાં ભરીએ છીએ તે વાસણના અવકાશનો આકાર ધારણ કરે છે. ધૂમાડાને, હવાને કે પવનને પોતાનો આકાર હોતો નથી પણ તેમને જે વાસણમાં ભરીએ તે વાસણનો તે આકાર-રૂપ ધારણ કરે છે. બરફ, પૃથ્વી, કાગળ, ચાક, કલમ, ઝાડ, પત્થર વગેરેને નિયમિત રૂપ હોય છે—અમુક આકાર હોય છે. આ રીતે પદાર્થ માત્રને અમુક રૂપ હોય છે. (૨) ખાલી વાસણને પાણીમાં ઊંધું રાખતાં અંદર પાણી પેસતું નથી; કેમકે ખાલી દેખાતી ઘડાની અંદરની જગો હવાથી રોકાયેલી છે તેથી પરપોટા રૂપે હવા બહાર નીકળે છે તેમ પાણી

---

* પદાર્થની સમજ સૃષ્ટિશાસ્ત્ર ભા૦ ૧ લામાં વિદ્યાર્થી સમજી ગયા છે તે યાદ કરાવવાથી સમજાવવાનું સહેલું પડશે. પદાર્થની ખરી વ્યાખ્યા ૭ ગુણોથી નક્કી થાય છે જે પદાર્થના ગુણોમાં સમજાવવામાં આવ્યું છે. એ સાત ગુણ જેમાં છે તે પદાર્થ એ પદાર્થની ખરી વ્યાખ્યા છે પણ અહીં મુખ્ય ગુણથી વ્યાખ્યા નક્કી કરી છે. આથી પદાર્થની વ્યાખ્યા નીચે પ્રમાણે પણ થઈ શકે. જેને વજન છે, જેને અમુક રૂપ છે, જેનું જ્ઞાન ઇંદ્રિયો વડે થઈ શકે છે, જે જગો રોકી શકે છે તે પદાર્થ છે.

પેસતું જાય છે અને હવાથી રોકાયેલી જગો પાણી રોકે છે. ધૂમાડો ઓરડાની ખાલી જગોમાં પથરાઇ ઓરડાની ખાલી જગોને રોકે છે. ખડીઓ, ઈંટ, કાગળ, ચાક વગેરેને જે જગોમાં મૂકીએ છીએ તે જગોને રોકે છે. આ રીતે પદાર્થમાત્ર અવકાશને-ખાલી જગોને રોકે છે. આથી (૧) જેને અમુક રૂપ હોય અને (૨) જે ખાલી જગોને રોકે છે તે પદાર્થ છે. જે પદાર્થ નથી તેને રૂપ હોતું નથી અને તે અવકાશને રોકતાં નથી. ગરમીને રૂપ નથી કે તેને સમાતાં અવકાશ જોઇતો નથી. પ્રકાશને રૂપ નથી કે અવકાશને રોકતો નથી તેમ છાયા, વખત, ખટાશ, ગળપણ વગેરેને રૂપ નથી અને અવકાશને રોકતાં નથી તેથી ગરમી, છાયા, વખત, પ્રકાશ, અંધારૂં, ગળપણ વગેરે પદાર્થ નથી.

પદાર્થનાં ત્રણ રૂપ.

સૃષ્ટિના તમામ પદાર્થ મોટા વિભાગમાં આવી જાય છે એ વિભાગને **પદાર્થનાં રૂપ** અથવા **પદાર્થની અવસ્થા** કહે છે. પદાર્થનાં રૂપ ત્રણ છે. (૧) **ઘન રૂપ**; (૨) **પ્રવાહી રૂપ**; (૩) **વાયુ રૂપ**. ઘન રૂપનું બીજું નામ **નક્કર રૂપ** અને પ્રવાહી રૂપનું બીજું નામ પાણી રૂપ કે દ્રવ રૂપ છે.

ઘન રૂપ અથવા નક્કર રૂપ પદાર્થનાં નામ:—પત્થર, ઢેકું, ખડીઓ, કલમ, કપડાં, અનાજ, ઝાડ, ફૂલ, શરીર, ઘર, ગાડી વગેરે.

ઘન રૂપ પદાર્થને નિયમિત આકાર હોય છે:—ઘન રૂપ પદાર્થને નિયમિત-અમુકજ (કાયમ રહે તેવો) આકાર હોય છે. આ પદાર્થ પર દબાણ ન કરીએ કે બીજી રીતે ફેરફાર ન કરીએ તો આકાર કાયમજ રહે છે. ચાકના ગાંગડાને ટેબલના ખાનામાં મૂકીએ, વળી પેટીમાં મૂકીએ કે પ્યાલામાં મૂકીએ તો પણ આકાર બદલાતો નથી. જ્યારે દબાણ કરી ભાગીએ કે ઓગાળીએ ત્યારેજ આકાર બદલાય છે. ખાંડ કે સાકરની ગાંગડીને અમુક આકાર હોય છે. એ ગાંગડીને વાડકામાં મૂકીએ, તપેલીમાં મૂકીએ કે પ્યાલામાં મૂકીએ તો પણ આકાર તેનો તેજ રહે છે પણ વાટી

ભૂકો કરીએ કે પાણીમાં ઓગાળીએ ત્યારે આકાર બદલાય છે. લોઢાના કકડાને ગમે તેટલા દિવસ ઘરમાં રાખી મૂકીએ તો પણ તેના આકારમાં ફેરફાર થતો નથી, પણ લુહાર ભઠ્ઠીમાં મૂકી ખૂબ ગરમ કરે છે ત્યારે પીગળી જાય છે એટલે આકાર બદલાઇ જાય છે કે લુહાર લોઢાને ટીપી આકાર બદલે છે ત્યારે બદલાય છે. તમામ ઘન રૂપ પદાર્થના આકાર આ પ્રમાણે નિયમિત હોય છે.

ઘન રૂપ પદાર્થનો આકાર નિયમિત હોવાનું કારણ:—પદાર્થના વિભાગ કરતાં કરતાં જે નાનામાં નાનો ભાગ રહે કે જેના પછીથી સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રની મદદથી બારીક ચપ્પુથી પણ ભાગ થઇ શકે નહિ એવો નાનામાં નાનો ભાગ તે **પરમાણુ** કહેવાય છે. સૃષ્ટિના તમામ પદાર્થો આ પરમાણુઓના મેળાપથી બનેલા છે અને બને છે. પરમાણુઓનો મેળાપ કરાવનાર અને મેળાપ ટકાવી રાખનાર શકિત તે **સ્નેહાકર્ષણ** (આકર્ષણ–ખેંચાણ કરી સ્નેહ–મેળાપ કરનાર) શક્તિ અથવા **સંબંધાકર્ષણ** (ખેંચાણ કરી સંબંધ કરાવનાર) શક્તિ કહેવાય છે. ઘન રૂપ–નક્કર રૂપ પદાર્થમાં આ સંબંધાકર્ષણ શક્તિ વિશેષ હોય છે તેથી પદાર્થ ઉપર દબાણ કર્યા વગર કે ગરમી આપી સંબંધાકર્ષણ નરમ પડયા વગર રૂપમાં ફેરફાર થતો નથી તેથી ઘન રૂપ–નક્કર રૂપ પદાર્થનો આકાર નિયમિત રહે છે. ઘન પદાર્થનો આકાર નિયમિત હોવાથી ગમે તે સ્થળે મૂકતાં કે રહેતાં સરખોજ અવકાશ રોકે છે.

પ્રવાહી રૂપ પદાર્થનાં નામ:—જે પદાર્થ પાણીની પેઠે ઉંચી જગોએથી ઢળતી જગો તરફ વહે છે–વહી રેલાય છે તે પ્રવાહી રૂપ–પાણી રૂપ પદાર્થ છે. પાણી, તેલ, દીવેલ, મધ, દારૂ (પીવાનો), પારો, શેરડીનો રસ, તાડી, છાશ, દૂધ, શાહી વગેરે પ્રવાહી રૂપ પદાર્થ છે.

પ્રવાહી પદાર્થ વાસણનો આકાર ધારણ કરે છે:—પ્રવાહી પદાર્થને પોતાનો ખાસ આકાર નથી પણ જે વાસણમાં ભરીએ તે વાસણનો આકાર ધારણ કરે છે. પેટીમાં ચોરસ આકાર થાય છે, તેજ પાણી

પ્યાલામાં લંબગોળ આકારનું થઇ જાય છે. આ રીતે વાસણ બદલાતાં પ્રવાહી પદાર્થનો આકાર બદલાય છે. વાસણમાં ન રેડતાં પાણીને સરખી જમીન પર રેડીએ તો ઢળતી જગો તરફ પથરાઇ જાય છે.

પાણી અવકાશ સરખોજ રોકે છેઃ—એક વાસણમાં ભરેલું પાણી જેટલો અવકાશ રોકે છે તેટલોજ અવકાશ બીજા વાસણમાં રેડતાં રોકે છે. વાસણનો આકાર અને લંબાઇ પહોળાઇનું માપ સરખું ન હોય તો પણ અવકાશનું માપ સરખુંજ રહે છે. ન્હાને પ્યાલામાં રેડો, રકાબીમાં રેડો કે વાડકામાં રેડો તો પણ કદમાં—પરિમાણમાં—અવકાશમાં ફેર પડતો નથી. મોટા વાસણનું તમામ પાણી નાના વાસણમાં સમાઈ શકતું નથી પણ નાના વાસણનું પાણી મોટા વાસણમાં સમાઇ જાય છે. શેરીઆ માપના લોટામાં ૧૧ શેર દૂધ સમાઇ શકતું નથી અને ૧૧ શેર માપના લોટાનો અવકાશ શેર દૂધથી પૂરો રોકાઇ જતો નથી.

પ્રવાહી રૂપ પદાર્થનો આકાર ફરવાનું કારણ:—પ્રવાહી પદાર્થ પણ અસંખ્ય પરમાણુઓના બનેલા છે. પાણીના ટીપામાં પણ અસંખ્ય પરમાણુઓ હોય છે. આ પરમાણુઓ સ્નેહાકર્ષણ—સંબંધાકર્ષણ શક્તિ વડે જોડાઇ પ્રવાહી રૂપ પદાર્થ બને છે અને એજ શક્તિથી પરમાણુઓ મળી ટીપાં બને છે. આ રીતે પ્રવાહી પદાર્થમાં સ્નેહાકર્ષણ શક્તિ છે ખરી પણ નક્કર રૂપ પદાર્થના જેવી જોરાવર હોતી નથી તેથી પ્રવાહી પદાર્થોનાં પરમાણુઓ છૂટાં રહે છે અને ગડબડી જે વાસણમાં પડે તે વાસણનો આકાર ધારણ કરે છે પણ વાસણ બદલાતાં સ્નેહાકર્ષણ શક્તિમાં ફેરફાર થતો નથી તેથી અવકાશ સરખોજ રોકાય છે. તરતાં અને ગડબડતાં પરમાણુઓ અવકાશમાં પ્રસરી ગોઠવાઇ જાય છે તેથી ઉપરની સપાટી સરખી રહે છે.

વાયુરૂપ પદાર્થનાં નામ:—હવા, પવન—વા, વરાળ, ધૂમાડો વગેરે વાયુ રૂપ પદાર્થો છે. વરાળ દેખાય છે પણ હવા, પવન દેખાતાં નથી. ખરી રીતે વરાળ પણ દેખાતી નથી. જે વરાળ દેખાય છે તે ખરી વરાળ નથી પણ હવામાંની ભિનાશથી વરાળનાં પરમાણુઓ મળી ઘટ્ટ થયેલી હોય છે તેથીજ દેખાય છે.

વાયુરૂપ પદાર્થનો આકાર અને અવકાશનું રોકાણ અનિયમિત હોય છે:—હવા, પવન, વરાળ, ધૂમાડો વગેરે વાયુરૂપ પદાર્થને પોતાનો આકાર હોતો નથી પણ જે વસ્તુમાં ભરીએ તે વસ્તુનો આકાર ધારણ કરે છે. વસ્તુ બદલાતાં અવકાશ વત્તો ઓછો થાય છે. એક શીશાની વરાળ બે શીશામાં ભરતાં બે શીશાનો અવકાશ રોકે છે અને તેજ વરાળ દશ શીશામાં ભરતાં દશે શીશાની ખાલી જગો રોકી નાખે છે. વાયુરૂપી પદાર્થને વાસણ કે અમુક અવકાશમાં ન રોકતાં ખુલ્લો મૂકીએ તો ચો તરફ પ્રસરી જઇ ઘણી જગો રોકે છે. પ્રવાહી પદાર્થ ઢળતી જગો તરફ વહે છે પણ વાયુરૂપ પદાર્થો ઉંચે અને બાજુએ પ્રસરે છે અને હલકા થતાં નીચા પણ ઉતરે છે. મોટા વાસણમાં ભરેલો તમામ પ્રવાહી પદાર્થ નાના વાસણમાં પૂરો સમાઇ જતો નથી પણ આ વાયુરૂપી પદાર્થ મોટા શીશાનો હોય તો પણ નાના શીશામાં સમાઇ જાય છે. આ રીતે વાયુરૂપી પદાર્થ નાના વાસણમાં હોય તે મોટા વાસણમાં સમાય છે કે મોટા વાસણમાં ફેલાય છે અને મોટા વાસણમાં હોય તે નાના વાસણમાં ભરી શકાય છે. આ રીતે વાયુરૂપ પદાર્થને પોતાનો આકાર હોતો નથી પણ વસ્તુના અવકાશ પ્રમાણે આકાર ધારણ કરે છે.

વાયુરૂપ પદાર્થને નિયમિત આકાર અને નિયમિત અવકાશ નહિ હોવાનું કારણ:—વાયુરૂપ પદાર્થમાં સ્નેહાકર્ષણ–સંબંધાકર્ષણ બળ હોતું નથી, એટલે બહુજ કમી હોય છે. દેખીતી વરાળ એ વાયુનું મંદ-રૂપ છે તેથી તેનામાં સહજ સંબંધાકર્ષણબળ હોય છે પણ પાણીના જેટલું તો નથીજ. એજ કારણથી પાણીની પેઠે વરાળ સરખી સપાટીએ સ્થિર પડતી નથી પણ ફેલાઇ જાય છે. હવા, પવન, ધૂમાડાની પણ એજ સ્થિતિ છે. વાયુરૂપ પદાર્થમાં સંબંધાકર્ષણ બળ હોતું નથી, એટલુંજ નહિ પણ સાથે તેનાં પરમાણુમાં પ્રતિસારક (સામું ધકેલવાનું) બળ હોય છે તેથી આ પદાર્થનાં પરમાણુઓ ગતિમાં રહે છે તેથી ઉંચે, બાજુએ અને નીચે ફેલાઇ જાય છે. આ પ્રસરણશક્તિને લીધે નાના અવકાશનો પદાર્થ મોટા અવકાશમાં ફેલાય છે અને સંકોચાતાં મોટા અવકાશનો પદાર્થ નાના અવ-

કાશમાં સમાય છે એટલે વાયુરૂપ પદાર્થનું કદ તેના પર થતા દબાણ પ્રમાણે નાનું મોટું થાય છે તેથી એને નિયમિત આકાર નથી અને (નિયમિત અવકાશ રોકી શકતા નથી એટલે) નિયમિત કદ નથી.

પદાર્થના રૂપમાં થતો ફેરફારઃ—પદાર્થના ૩ વર્ગ રૂપને લીધે થયા છે. પાણી પ્રવાહી રૂપ છે અને પાણી ટાઢથી ઠરતાં થતો બરફ ઘનરૂપ છે ત્યારે પાણી ઉકળતાં થતી વરાળ વાયુરૂપ છે. સોનું, રુપું, લોઢું વગેરે ધાતુ ઘનરૂપ છે. એ ધાતુઓને ખૂબ જોસથી ગરમ કરતાં રસ થાય છે તે પ્રવાહી રૂપ છે. કપૂર ઘનરૂપ છે. કપૂરને ગરમ કરતાં રસ થઇ તરતજ ભડકો થઇ ઉડી જાય છે એટલે પ્રવાહી રૂપ થવાની સાથેજ વાયુરૂપ ધારણ કરે છે. મધ પ્રવાહી રૂપ છે. મધ ઠરી ઘનરૂપ થાય છે. મધને બાળતાં વાયુરૂપે ઉડી જાય છે. ઠરેલું ઘી ઘનરૂપ છે, પીગળતાં પ્રવાહીરૂપ થાય છે અને વધુ ગરમીએ વાયુરૂપે ઉડી જાય છે. બધી વસ્તુ ૩ ત્રણે રૂપ ધારણ કરતી નથી. કેટલીકનાં ઘન અને પ્રવાહી બે થાય છે, કેટલીકનાં ઘનરૂપજ રહે છે અને કાંઇક પ્રવાહી ભાગ ઉડી જાય છે. રૂપ બદલાય છે ત્યારે સાથેજ સંબંધાકર્ષણ બળમાં વધઘટ થાય છે તેથી રૂપ પ્રમાણે આકાર અને કદનો ગુણ રહે છે. પદાર્થમાંથી ગરમી કમી થતાં પરમાણુઓ પાસે પાસે આવે છે તેથી વાયુનું દ્રવરૂપ થાય છે અને દ્રવનું ઘનરૂપ થાય છે. એથી ઉલટું ગરમી વધતાં ઘન દ્રવરૂપ થાય અને દ્રવ વાયુરૂપ થાય; કેમકે અણુઓ દૂર દૂર જાય છે એટલે ગરમી પ્રમાણે રૂપ થાય છે.

પદાર્થના ગુણ.

પદાર્થના ગુણના પ્રકાર:—ગુણ ૨ પ્રકારના છે. (૧) ખાસ ગુણ; (૨) સામાન્ય ગુણ. જે ગુણ અમુકજ વસ્તુમાં હોય અને બાકીની બીજી તમામ વસ્તુમાં હોય નહિ તો તે ગુણ તે વસ્તુનો ખાસ ગુણ કહેવાય છે. પાણી કે કાચમાં પારદર્શકતાનો ગુણ છે પણ માટી વગેરેમાં એ ગુણ નથી તેથી પારદર્શકતા એ પાણી, કાચ વગેરેનો ખાસ [૧]ગુણ કહેવાય છે.

૧ ગુણ=ધર્મ-સત્તા.

પદાર્થના સામાન્ય ગુણ.

સામાન્ય [1]ગુણની વ્યાખ્યાઃ—દરેક વસ્તુમાં જે સરખા ગુણ રહેલા છે તે પદાર્થના સામાન્ય ગુણ કહેવાય છે. જેમકે દરેક પદાર્થ અવકાશ રોકે છે તેથી અવકાશ રોકવાનો ગુણ પદાર્થનો સામાન્ય ગુણ કહેવાય. દરેક પદાર્થમાં **સામાન્ય** ગુણ ૭ છે. (૧) દરેક **પદાર્થ અવકાશ રોકે છે;** (૨) દરેક **પદાર્થ વિભાજ્ય છે;** (૩) દરેક **પદાર્થ સચ્છિદ્ર–છિદ્રવાળા હોય છે;** (૪) દરેક **પદાર્થ સ્થિતિસ્થાપક છે;** (૫) દરેક **પદાર્થ વજનદાર** (વજનવાળા–ભારવાળા) **હોય છે;** (૬) દરેક **પદાર્થ જડ હોય છે;** (૭) દરેક **પદાર્થ અવિનાશી હોય છે.**

(૧) દરેક પદાર્થથી અવકાશ રોકવાની સમજઃ-એક સ્થળે બે વસ્તુ સાથે રહી શકતી નથી. બીજી વસ્તુને મૂકતાં પ્રથમની વસ્તુને ખસેડવી પડે છે. પાણીના પ્યાલામાં પૈસો નાંખતાં તળિયે પાણીને ખસેડી પૈસો બેસે છે. પૂરા ભરેલા પ્યાલામાં આંગળી કે હાથ બોળતાં પાણી બહાર નીકળી જાય છે; કેમકે હાથને કે આંગળીને લીધે પાણીને બહાર નીકળવું પડે છે. કાગડાને પાણી પીવું હતું તેથી કુંજામાં કાંકરા નાખી પાણી ખસેડી પાણી ઉંચું ચઢાવ્યું હતું. કાંકરા તળિયે બેઠા એટલે પાણી ત્યાંથી ખસી ઉંચું ચઢયું. ઘડામાં પાણી ભરાતાં તેમાંની હવાને બહાર નીકળવું પડે છે. હવા અને પાણી બન્ને સાથે ઘડામાં રહી શકતાં નથી. હવા અંદર રહે ત્યાંસુધી પાણી પેસી શકતું નથી. આ રીતે દરેક પદાર્થ અવકાશ રોકે છે તેથી એક વસ્તુ ખસ્યા સિવાય તેજ સ્થળે બીજી વસ્તુ રહી શકતી નથી. છાયામાં છાયાને ખસેડયા સિવાય વસ્તુ રહી શકે છે, તાપમાં તાપને ખસેડયા સિવાય વસ્તુ રહી શકે છે, પદાર્થમાંથી કશું ખસેડયા વગર ગરમી દાખલ થઈ શકે છે, પણ છાયા, તાપ, ગરમી એ પદાર્થ નથી તેથી તે અવકાશ રોકતાં નથી તેથીજ એમ બને છે.

---

[1] સૃષ્ટિના પદાર્થ માત્રમાં એક સરખા ગુણ રહેલા છે તે પદાર્થના સામાન્ય ગુણ.

(૨) **પદાર્થના વિભાજ્યપણાની સમજ:**—વિભાજ્યપણું એટલે પરમાણુઓ છૂટાં પાડવાં તે. એક કાગળની કાપલીના બારીક ચપ્પુ અને સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રથી અસંખ્ય ભાગ કરી શકાય છે. રંગની નાની ગાંગડીને એક મણ પાણીમાં ઓગાળી રંગની રજકણો છૂટી પાડી શકાય છે, ખાંડને ચ્હાના પ્યાલામાં ઓગાળી અસંખ્ય વિભાગ પાડી શકાય છે, મીઠાની કાંકરીને દાળમાં ઓગાળી ઘણા વિભાગ કરી શકાય છે, કસ્તુરીના એક કણથી ઓરડાને ૨ વરસ સુધી વાસવાળો બનાવી અસંખ્ય ભાગ કરી શકાય છે, પુષ્પ પાંદડીને પવન લાગી અસંખ્ય વિભાગ સાથે લઇ સુગંધીદાર બની જાય છે, એક ટીપા પાણીના અસંખ્ય ભાગ જૂદા કરી શકાય છે, હવામાં ઉડતા બારીક રજકણોના પણ અનેક વિભાગ કરી શકાય છે. આ રીતે ઘન, પ્રવાહી અને વાયુરૂપ પદાર્થના અનેક વિભાગ થઇ શકે છે તેથી દરેક પદાર્થ વિભાજ્ય (ભાગ કરી શકાય એવો) હોય છે એમ કહેવાય છે.

વિભાજ્યની સીમા:—દરેક પદાર્થ અમુક હદ સુધીજ વિભાજ્ય છે. ઉંચામાં ઉંચાં સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રો અને બહુજ બારીક ચપ્પુથી પણ વિભાગ થઈ શકે નહિ એવું પદાર્થનું નાનામાં નાનું રૂપ તે પદાર્થનું પરમાણુ—રજકણ કહેવાય છે. આ પરમાણુ નજરે જોઇ શકાતું નથી, સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રથી પણ જોઈ શકાતું નથી. તેને લંબાઇ, પહોળાઇ કે જાડાઇ હોતી નથી. આ પરમાણુ એજ વિભાજ્યની સીમા છે; કેમકે[1] પરમાણુના વિભાગ થઈ શકતા નથી.

(૩) **પદાર્થના સચ્છિદ્રતાની સમજ:**—કેટલાક પદાર્થનાં છિદ્ર નજરે દેખાય છે અને કેટલાકનાં દેખાતાં નથી. સૃષ્ટિનો દરેક પદાર્થ પરમાણુઓ જોડાવાથી બનેલો હોય છે તેથી પરમાણુઓની વચમાં છિદ્ર રહે છે. પરમાણુ સજ્જડ જોડાયેલાં હોય છે ત્યારે છિદ્ર બેમાલુમ હોય છે અને પરમાણુ આછાં—દૂર દૂર રહે છે ત્યારે છિદ્ર માલમ પડે છે. પ્રાણીઓનાં શરીર છિદ્રાળુ હોવાથી

---

૧ હાલ શોધ થઇ છે કે પરમાણુના પણ વિભાગ થઇ શકે છે અને એમ વિભાગ કરતાં છેવટે જે અવિભાજ્ય (ભાગ થઇ શકે નહિ એવું) રહે છે તે ઇલેક્ટ્રોન કહેવાય છે.

પરસેવો નીકળે છે. માટીનાં ઢેફાંપર પાણી રેડતાં માટી છિદ્રાળુ હોવાથી પાણી અંદર ઉતરી જાય છે. લાકડાં છિદ્રાળુ હોવાથી તેમાં પાણી શોષાઇ જાય છે અને વધુ શોષાતાં બહાર ઝરપે છે. કઠણ ધાતુઓ પણ છિદ્રાળુ હોય છે. ધાતુનો પોલો ગોળો બનાવી બારીક છિદ્ર કરી અંદર પાણી ભરી છિદ્ર બંધ કરીએ અને ચોતરફથી યંત્ર વડે ગોળાને દબાવીએ એટલે ગોળો સંકોચાતાં પાણી બહાર ઝરપે છે તેથી તે છિદ્રાળુ છે એમ સમજાય છે. ટીપું પાણી ન સમાય એવો પાણીથી ભરેલો પ્યાલો લઇ તેમાં જરા જરા ખાંડ કે મીઠું નાખ્યા કરીએ તો સમાઇ જાય છે; કેમકે પાણીના અણુઓની વચ્ચેની ખાલી જગોમાં–છિદ્રોમાં ખાંડ કે મીઠાના અણુઓ ભરાઇ જાય છે તેથી પાણીનું કદ વધતું નથી અને કદ નહિ વધવાથી પ્યાલામાંથી પાણી બહાર નીકળી જતું નથી. પાણીના પરમાણુઓની વચમાં છિદ્રોમાં ભરાઇ રહેલી હવા અને ખાંડની રજકણોને વળગી રહેલી (તેમ રજ-કણોની વચ્ચે રહેલી) હવા બહાર નીકળી જાય છે તેથી ખાંડ અને પાણીના વજન કરતાં મિશ્રણનું વજન કાંઇક કમી થાય છે. લાકડામાં ખીલો મારીએ અને કદ વધવા ન દઇએ તો પરમાણુઓ વચ્ચે છિદ્રો હોય છે તે નાનાં થઇ લાકડું સંકોચાય છે. છિદ્રાળુ હોવાથી પદાર્થને ચોતરફ દાબતાં સંકો-ચાય છે. પદાર્થો વાયુ અને હવામાંની ભિનાશને ચૂસે છે તેથી પણ તે છિદ્રાળુ છે એમ સમજાય છે. છિદ્રો મોટાં થતાં પદાર્થ ગરમીથી ફુલે છે અને ઠંડીથી નાનાં થતાં સંકોચાય છે. વાયુ પણ સચ્છિદ્ર છે તેથી એક વાયુમાં બીજો ભરતાં ભળી જાય છે અને દાબતાં સંકોચાય છે. ઘન પદા-ર્થોમાં વાદળી, કોલ્સો, બુચ, વધુ છિદ્રાળુ છે અને કઠણ પથરા, ધાતુઓ કમી છિદ્રાળુ છે. પાણીરૂપ પદાર્થ થોડા છિદ્રાળુ છે અને વાયુરૂપ પદાર્થ બહુ છિદ્રાળુ છે.

(૪) પદાર્થની સ્થિતિસ્થાપકતાની સમજ:—સ્થિતિસ્થાપકતા એટલે મૂળ સ્થિતિ ધારણ કરવી તે. આકાર બદલતાં મૂળ આકાર ધારણ કરવાનું બળ કરે તે સ્થિતિસ્થાપક ગુણ કહેવાય. હવાનો ભરેલો કુકો દાબતાં દબાય છે અને દાબ જતાં હતો તેવો થાય છે. બુચ દાબતાં દબાય

છે અને મૂકી દેતાં હતો તેવો થાય છે. મગરમચ્છનું હાડકું, નેતર, પોલાદની અને રબરની કમાન ખેંચતાં ખેંચાય છે અને મૂકી દેતાં મૂળરૂપ ધારણ કરે છે એ સ્થિતિસ્થાપક ગુણ છે. ઘણાખરા ઘનરૂપ પદાર્થમાં સ્થિતિસ્થાપક ગુણ બહુ કમી હોય છે. પાણીરૂપ પદાર્થમાં પણ કમી હોય છે પણ વાયુરૂપ પદાર્થમાં વિશેષ હોય છે. કમી ગુણ હોય છે છતાં કાંઇક અંશે હોય છે ખરો. જેમાં વિશેષ ગુણ હોય છે તે નજરે દેખાય છે અને બહુ કમી હોય છે તે નજરે દેખાતો નથી.

(૫) **પદાર્થ માત્ર વજનદાર હોવાની સમજઃ**—પદાર્થ માત્ર પરમાણુઓના મેળાપથી બનેલા હોય છે. પદાર્થ જૂદી જૂદી જાતના હોય છતાં તેમનાં દરેક પરમાણુઓ ઉપર પૃથ્વીનું સરખું આકર્ષણ થાય છે. જે પદાર્થમાં પરમાણુ વધુ તેના ઉપર આકર્ષણ બળ વધુ થાય છે અને જેમાં પરમાણુ થોડાં તેના ઉપર આકર્ષણ બળ કમી થાય છે તેથી દરેક પદાર્થમાં વજન હોય છે અને જેમાં સ્નેહાકર્ષણને લીધે પરમાણુ વધુ હોય તેમાં વજન વધુ હોય છે. વાયુ કરતાં પાણીમાં પરમાણુ વધુ હોવાથી પાણી ભારે છે, પાણી કરતાં મધમાં પરમાણુ વધુ હોવાથી મધ ભારે છે, મધ કરતાં ધાતુમાં પરમાણુ વધુ સજ્જડ–વધુ હોવાથી ધાતુ ભારે છે, અને ધાતુમાં તાંબા પિત્તળ કરતાં સોનામાં પરમાણુ વધુ હોવાથી સોનું ભારે છે. વાયુ પણ પરમાણુઓથી બનેલો છે તેથી વજનદાર હોય છે. હવા વગરના ચંબુનું વજન હવાવાળા ચંબુ કરતાં કમી થાય છે.

(૬) **પદાર્થના જડત્વ ગુણની સમજઃ**–પદાર્થ સ્થિર હોય તો પોતાની મેળે ગતિમાં આવતો નથી અને ગતિમાં હોય તો પોતાની મેળે સ્થિર થતો નથી. પદાર્થના આ ગુણને જડત્વ ગુણ કહે છે. સૃષ્ટિનો દરેક પદાર્થ (આ ગુણવાળો એટલે) જડ હોય છે. સ્થિર પદાર્થ ધક્કો લાગતાં ગતિમાં આવે છે. લખોટીને ગબડાવતાં ગતિમાં આવે છે પણ લીસી જમીન પર દૂર જાય છે અને ખડબચડી જમીન પર નજીકમાં અટકી પડે છે. જમીનનો ખડબચડો ભાગ ગતિને નરમ પાડે છે અને લીસી જમીન પર દૂર સુધી જાય છે. જમીન લીસી છતાં દૂર પણ અટકી તો પડે છે જ. રેલ્વે પર ગતિમાન

કરેલો ડબો દૂર જતાં પણ અટકી પડે છે. હવામાં ફેંકેલો પદાર્થ હવાનાં રજકણોમાં અથડાતાં ગતિમાં મંદ પડે છે અને હવા લઈ લેતાં પણ ગતિ મંદ પડયા વગર રહેતી નથી. ગતિ મંદ કરનાર પૃથ્વીનું આકર્ષણ છે. પૃથ્વી દરેક પદાર્થને મધ્ય બિન્દુમાંથી પોતાના તરફ ખેંચે છે તેથી પદાર્થની ગતિ ધીમે ધીમે નરમ પડી બંધ પડી જાય છે. પદાર્થમાં પોતામાં સ્થિર કે ગતિમાન થવાનો ગુણ નથી. એ જડત્વ ગુણ કહેવાય છે. આકર્ષણ ન હોય તો રેલ્વે પર ડબો ગતિમાન કરતાં નિરંતર ચાલ્યાજ કરે.

(૭) **પદાર્થના અવિનાશી ગુણની સમજ:**—કોઇ પણ પદાર્થનો નાશ થતો નથી પણ રૂપાંતર થાય છે એટલે પદાર્થનાં પરમાણુઓ વેરાઇ જાય છે. પાણીમાં ખાંડ, પતાસું, મીઠું, નાશ થતું નથી પણ ઘન રૂપમાંથી પ્રવાહી રૂપમાં બદલાઇ પાણીમાં ભળી જાય છે. દેવતા પર પાણીની તપેલી મૂકતાં પાણી કમી થઇ જાય છે યા બિલકુલ રહેતું નથી, એમાં પાણી નાશ પામતું નથી પણ વરાળરૂપ—વાયુરૂપ ધારણ કરી હવામાં ભળી જાય છે. કોલસો બળતાં કાર્બન આક્સિજન સાથે મળી જાય છે અને ખનિજ રક્ષા નીચે રહે છે એટલે કોલસો નાશ પામ્યો નથી પણ જૂદા રૂપે રૂપાંતર પામ્યો. સૃષ્ટિમાં કશું નવું થતું નથી. છૂટાં પરમાણુઓ જૂદી જૂદી સ્થિતિમાં ગોઠવાઈ પદાર્થ થાય છે. પાણી વરાળ રૂપ ધારણ કરે છે, વરાળ વાદળાં રૂપ ધારણ કરે છે, વાદળાં વરસાદ રૂપે પડે છે, પાણી બરફ રૂપ ધારણ કરે છે, એમ માત્ર પરમાણુઓનો ફેરફાર થઇ રૂપાંતર પામે છે. જે છે તે નાશ પામતું નથી એટલે પદાર્થ અવિનાશી છે.

બળ.

સ્થિર અને ગતિમાનનો ભેદ:—પૃથ્વી સ્થિર નથી પણ પોતાની ધરી ઉપર ફરે છે તેથી પૃથ્વી પરનો દરેક પદાર્થ પૃથ્વીની સાથે ફરતો હોવાથી હંમેશ ગતિમાં હોય છે છતાં ઘર, ઝાડ, બેઠેલાં, ઉભાં રહેલાં કે સૂતેલાં મનુષ્ય, પશુ, પક્ષી, સ્ટેશન ઉપર ઉભી રહેલી ગાડી વગેરે પદાર્થ સ્થિર કહેવાય છે, અને નદીનું વહેતું પાણી, દોડતી ચાલતી ગાડી, ઉડતું પંક્ષી, વહેતાં વાદળાં, વહેતો પવન, રમતો દોડતો છોકરો, ફરકતી ધજા,

ઉંચે ચઢતી વરાળ વગેરે પદાર્થ ગતિમાં છે એમ કહેવાય છે. **જે પદાર્થ આસપાસની વસ્તુના સંબંધમાં સ્થળ બદલતો નથી તે સ્થિર છે એમ કહેવાય છે અને જે પદાર્થ આસપાસની વસ્તુના સંબંધમાં સ્થળ બદલે છે તે ગતિમાં છે એમ કહેવાય છે.** પોપટ ડાળી ઉપર બેઠેલો હોય ત્યારે સ્થિર છે એમ કહેવાય છે પણ ડાળીનો સંબંધ છોડે છે એટલે ડાળી તજી દૂર ખસે છે ત્યારે ગતિમાં છે એમ કહેવાય છે. ગતિમાન પદાર્થ બીજા પદાર્થના સંબંધમાં અટકી પડે છે ત્યારે સ્થિર થયો કહેવાય છે. દોડતી ગાડી સ્ટેશન પર અટકી પડે એટલે સ્ટેશનના સંબંધમાં રહે તો સ્થિર થઇ કહેવાય છે. મતલબ કે સ્થિર પદાર્થ સ્થળ બદલે એટલે ગતિમાન થયો કહેવાય છે અને ગતિમાન પદાર્થ અટકી પડે એટલે સ્થિર થયો કહેવાય છે.

બળની વ્યાખ્યાઃ—પદાર્થના જડત્વગુણમાં બહારની ઉપાધિવડે વિકાર એટલે ફેરફાર થાય છે, એ વિકાર કરનારી ઉપાધિ બળ કહેવાય છે.

બળની સમજઃ—પદાર્થ સ્થિર હોય તો પોતાની મેળે ગતિમાન થતો નથી અને ગતિમાન પદાર્થ પોતાની મેળે સ્થિર થતો નથી એવો પદાર્થનો જડત્વગુણ હોય છે, માણસ, પશુ, પક્ષી, જંતુ વગેરે પ્રાણીઓનાં શરીર એ પદાર્થ છે. એ શરીરો તે તે પ્રાણીઓમાં રહેલી શક્તિવડે ગતિમાન થાય છે. વધુ શક્તિ વાપરતાં ઉતાવળું ગતિમાન થાય છે, થોડી શક્તિથી થોડું ચાલે છે અને બિલકુલ શક્તિ ન હોય તો ગતિ મળતીજ નથી. આગગાડી એન્જીનની વરાળની શક્તિથી ગતિમાન થાય છે. શક્તિવડે ફેંકીએ છીએ તો પદાર્થ દૂર જાય છે, ડાળી જડ છે પણ હાથવડે ઉંચી નીચી થાય છે, પવન ફુંક મારતાં ખસે છે, પાણી ધકેલતાં ખસે છે. આ પ્રમાણે બહારની ઉપાધિવડે પદાર્થમાં–પદાર્થના જડત્વ ગુણમાં વિકાર થાય છે તે બળ કહેવાય છે.

બળની ખરી વ્યાખ્યાઃ—બળથી થયેલો વિકાર કેટલીક વાર આંખ વડે દેખાય છે અને કેટલીકવાર દેખાતો નથી. ભીંતને ધક્કો માર્યો, ભીંત ગતિમાન થઇ નહિ, કોટ તોડવા તોપના ગોળા મારવામાં આવ્યા પણ કોટ

તૂટ્યો નહિ કે હાલ્યો નહિ, આ સર્વ ક્રિયામાં બળ તો વાપર્યું છે જ છતાં નજરે બળની અસર જણાતી નથી. છેલ્લા એક ગોળાથી કોટ તૂટી પડે છે એમ આંખ વડે દેખાય છે પણ ખરી રીતે તમામ ગોળાના બળના સરવાળાથીજ કોટ તૂટી પડે છે. ખાલી ગયેલા ગોળાઓએ ભીંતને લાગી ભીંતની મજબૂતાઇમાં વિકાર કરેલો હોય છે જ એટલે કે બળ વપરાયેલું આંખે ન દેખાય તોપણ બળથી પદાર્થના જડત્વગુણમાં વિકાર થયા વગર રહેતો નથી, આથી બળની ખરી વ્યાખ્યા આ છેઃ–**બહારની ઉપાધિથી પદાર્થના જડત્વગુણમાં વિકાર થાય અથવા વિકાર કરવાનો પ્રયત્ન થાય તે ઉપાધિ *બળ કહેવાય છે.**

બળનું સમતોલપણું.

બળના સમતોલપણાની વ્યાખ્યાઃ—બળો વાપર્યાં છતાં સ્થિર પદાર્થ ગતિમાં આવે નહિ ત્યારે બળોનું સમતોલપણું થયું કહેવાય છે.

બળના સમતોલપણાની સમજઃ—એક ત્રાજવામાં ૫ રતલનું કાટલું મૂકીએ અને બીજામાં ૫ રતલ ઘઉં ભરીએ અને પછી જોખીએ તો દાંડીમાં ગતિ

---

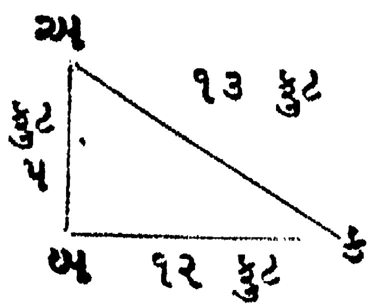
* બળ–શક્તિ સર્વ કાર્યોનું મૂળ છે; કેમકે સર્વ કાર્યો બળ વડેજ થાય છે. શક્તિ વગર સૃષ્ટિમાં કશું થતું નથી. બળ દૃશ્ય હોય કે અદૃશ્ય હોય પણ એમાંથી એક હોય છે ખરૂં. ધનુષ્યને બળ વડે વાંકુ વળાય છે અને પણછ બળ કરી વાંકુ રાખી શકે છે. વાંકુ વાળી મૂકી દેતાં પદાર્થનો સ્થિતિસ્થાપકતાનો ગુણ બળ કરે છે તેથી મૂળ સ્થિતિ પર જાય છે એટલે શક્તિ વડે ગતિમાન થાય છે અને શક્તિ વડે ગતિમાન થતું અટકે છે. એથી ગતિ ઉત્પન્ન થવાનું કારણ અથવા જેમાં ગતિ ઉત્પન્ન થવાની વૃત્તિ તે બળ છે. આંબાની ડાળીથી છૂટી પડેલી કેરી આકર્ષણથી પૃથ્વી ઉપર પડે છે–ગતિમાન થાય છે તેથી કેરીમાં ગતિ દાખલ કરનાર કારણ આકર્ષણ તે બળ કહેવાય છે. કેરીને અધર રાખીએ ત્યારે તેમાં ગતિ છે; કેમકે આકર્ષણ બળ ચાલુ હોય છે પણ પ્રત્યક્ષ ગતિ દેખાતી નથી તેથી એ વખતે ગતિ ગુપ્ત છે પણ કેરી પડતાં તે નજરે દેખાય છે. આ રીતે ગતિ ઉત્પન્ન કરે તે બળ છે.

(દાંડી ઉંચી નીચી થવાની ગતિ) આવતી નથી. દોરડાને બે બાજુએથી છોકરા ખેંચે છે છતાં દોરડું એકે તરફ ખેંચાઈ જતું નથી. ત્રાજવામાંથી કાટલું ઉપાડી લેતાં ધઉંવાળા ત્રાજવા તરફની દાંડી નીચે નમે છે અને ત્રાજવું જમીનપર બેસે છે; એક તરફના છોકરા દોરડું છોડી દે છે એટલે બીજી તરપ દોરડું ખેંચાઈ જાય છે અને બીજી તરફના છોકરા પડી જતાં પણ દોરડું ગતિમાન થાય છે. આ રીતે પદાર્થને ગતિમાન કરવા બળ તો વપરાય છે છતાં નજરે દેખાતું નથી એ ઉપરથી નિયમ બંધાય છે કે **બે સમાન–સરખાં અને સામસામે વપરાતાં બળ એક બીજાનો નાશ કરે છે.** બળનો નાશ થવાથી પદાર્થ જડત્વગુણને લીધે ગતિમાન થતો નથી. ભીંતને ધક્કો માર્યો, ભીંત હાલી નહિ, મલ્લને લાત મારી, મલ્લ હાલ્યો નહિ એમાં બળની સમતોલતા નથી. ભીંતમાં ને મલ્લમાં સ્થિર રહેવાની શક્તિ વપરાયેલા બળ કરતાં વિશેષ હોવાથી તેમને ગતિ મળતી નથી એટલે કે સમતોલપણામાં સામસામે બળ વપરાવું જોઈએ. જેમ બે સમાન અને સામસામે વપરાતાં બળ એક એકનો નાશ કરે છે તેમ ચોતરફ સીધી લીટીમાં સામસામે વપરાતાં બળ પણ નકામાં જાય છે. લાકડાના કડકાને ચોતરફથી બાંધી સીધી લીટીમાં સામસામે સમાન બળ વપરાતાં લાકડું ગતિમાન થતું નથી. એક દિશામાં વપરાયલાં બળોની અસર બળોના સરવાળા જેટલી થાય છે. એક એન્જીન આગગાડીને ખેંચે અને એક પાછળથી ધકેલે એટલે એકજ દિશામાં પદાર્થને ગતિમાન કરવાને બળ વપરાય છે તેથી બન્ને એન્જીનના બળ જેટલી આગગાડીમાં ગતિ આવે છે. બળના સમતોલપણાથી પદાર્થ સ્થિર રહે છે અને ગતિમાન પદાર્થ પણ સ્થિર થાય છે. ગતિમાન કરેલો પદાર્થ આકર્ષણ અને ઘસારા કે અટકાવથી બળ નરમ પડી આકર્ષણ જેટલું રહેતાં સ્થિર થઇ જાય છે. વાંસને બે તરફ સમતોલ રાખી નટ દોર પર સ્થિર રહે છે; કેમકે સમતોલપણાથી તેનામાં ગતિ આવતી નથી એટલે પડી જતો નથી.

ઢાળ.

ઢાળની સમજઃ—ઢાળ–ત્રાંસો સપાટ ચઢાવ. ઢાળને ઢોળાવ પણ કહે છે. ઢોળાવ એ ઢળતી–ધીમે ધીમે નીચે ઉતરતી કે ધીમે ધીમે–થોડે થોડે ઉંચે ચઢતી સપાટી છે. ઘરના મેડા ઉપર ચઢવાને ગોઠવેલા દાદર–સીડી કે નીસરણી ઢાળ છે. ઉંચા ડુંગર ઉપર જવા આવવાના અથવા ડુંગર–પર ચઢી સામી બાજુના પ્રદેશમાં જવા આવવાના પહાડી માર્ગ ઢાળ પડતા બનાવવામાં આવે છે. ઘરનું છાપરૂં બે તરફ ઢાળવાળું હોય છે. બંગલા આકારનાં ઘરનાં છાપરાં ચોતરફ ઢાળવાળાં હોય છે.

ઢાળની રચનાઃ—ઢાળ એક[1] **યાંત્રિક શક્તિ** છે. ઢાળનું પૃષ્ટ એ ઢાળની લંબાઇ છે. દાદરની કે નીસરણીની લંબાઈ, મોભથી કનેરી સુધીના છાપરાની લંબાઈ, ડુંગરપર ચઢવાના શરૂથી ટોચ સુધીના માર્ગની લંબાઈ એ જે તે ઢાળની લંબાઇ કહેવાય છે. દાદર કે નિસરણી મૂકેલાં હોય તે ભીંતની મડા સુધીની ઉંચાઇ, ડુંગરની ઉંચાઇ, છાપરાના તીરની ઉંચાઈ એ ઢાળની ઉંચાઇ છે. પાસેના ચિત્રમાં **અ ક** ઢાળ છે, **અ** થી **ક** સુધીની લંબાઈ ૧૩ ફુટ છે તેથી આ ઢાળની લંબાઈ ૧૩ ફુટ કહેવાય છે. **બ** થી **અ** સુધીની ઉંચાઇ ૫ ફુટની છે તેથી ઢાળની ઉંચાઇ ૫ ફુટની કહેવાય છે. **ઢાળની ઉંચાઈ એ ઢાળનો પાયો કહેવાય છે. બ અ** પાયા સાથે **બ અ ક** ખૂણો પાડી **અ ક** ઢાળ બનાવ્યો છે. આ ખૂણો હજુ પણ સાંકડો કરીએ તો હાલના **અ ક** ઢાળ કરતાં ટુંકો ઢાળ થાય અને ખૂણાને મોટો કરીએ તો હાલના **અ ક** ઢાળ કરતાં મોટો–લાંબો ઢાળ થાય. એટલે પાયાની ટોચની સાથે ઢાળનો થતો ખૂણો નાનો હોય તો ઢાળ ટુંકો અને એ ખૂણો પહોળો હોય તો ઢાળ લાંબો થાય છે. ટુંકા ઢાળ સીધા જેવા ચઢાવવાળા–છાતી ભેર ચઢવું પડે તેવા ચઢાવવાળા એટલે એકદમ ઉતરતા ઢોળાવના થાય છે અને લાંબા ઢાળ ધીમે ઉતરતા–થોડે થોડે ઉતરતા–થાડા ઢોળાવવાળા હોય છે.



૧–યાંત્રિક શક્તિ ૬ છે. (૧) ઉચ્ચાલન; (૨) ગરગડી; (૩) રેંટ; (૪) ઢાળ; (૫) ફાચર; (૬) ફેર–પેચ. એ પૈકી પહેલી ૩ ની સમજ ભા. ૧ લામાં આવી ગઇ છે.

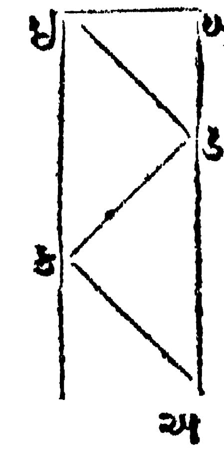
ઢાળનો ઉપયોગઃ—સીધા ઉંચા ચઢવા કરતાં ઢાળ પર થઇ ઉંચે ચઢવાને બળ થોડું કરવું પડે છે—વગર થાકે ઉપર જવાય છે. ઉપરની આકૃતિમાં **બ** સ્થળથી **અ** સ્થળ ઉપર જવાને સીધું ઉંચું ચઢવાનું મુશ્કેલ પડે છે પણ **ક અ** ઢાળ માર્ગે થઇ **અ** સ્થળે જવાને હરકત થોડી પડે છે—બળ થોડું કરવું પડે છે—થાક થોડો લાગે છે. દાદર કે નિસરણી ઢાળપડતાં ન રાખતાં સીધાં રાખે તો માળ ઉપર અને છાપરાં ઉપર કે ૩-૪ માળ ઉપર ચઢવા ઉતરવાનું મુશ્કેલ થઇ પડે. સીધા ડુંગરા કે પર્વતો ઉપર ચઢાતું નથી કે એવા પહાડી ભાગો ઓળંગી સામા પ્રદેશમાં જવાતું અવાતું નથી પણ ઘાટ માર્ગ ઉપર ઢાળ પડતા રસ્તા બાંધતાં વગર થાકે—થોડા શ્રમે અવાય જવાય છે. એથી ઢાળ પડતા પહાડી માર્ગો ઉપર ઘોડા, ગાડીઓ, પોઠો અને મનુષ્યો સુખથી અવર જવર કરી શકે છે. ઢાળથી થોડા બળે વધુ અટકાવ દૂર કરી શકાય છે અને થોડા બળે વધુ વજન ઉંચું ચઢાવી શકાય છે. બળ કમી વાપરવું હોય તો ઢાળની લંબાઇ વધુ રાખવી જોઇએ.[1] દાદરની લંબાઈ વધુ તેમ ચઢવા ઉતરવાનું સુગમ પડે છે અને તેથી બે ત્રણ વાંકના દાદર બનાવી લંબાઈ વધારતાં નાનાં છોકરાં પણ સુખથી ચઢઉતર કરી શકે છે, અને મોટાંઓને પણ થાક ઓછો લાગે છે. સરખી ઉંચાઇના પર્વતના ટુંકા ઢાળ કરતાં લાંબા ઢાળથી ચઢવા ઉતરવાનું ઠીક પડે છે. રેલ્વે ઉપર ડબામાં પીપ ચઢાવતાં કે ડબામાંથી પીપ ઉતારતાં પાટીઆનો ઢાળ કરવામાં આવે છે તેથી પીપ કે ભારે વસ્તુ ચઢાવા ઉતારવામાં બળ થોડું વાપરવું પડે છે. પાટીઆ ઉપર પત્થર ગોઠવી પાટીઆને એક છેડેથી ધીમે ધીમે ઉંચું કરતાં પત્થર સ્થિરજ રહે છે પણ પાટીઉં વધુ ઉંચું થતાં પત્થર ખસવા માંડે છે. પાટીઆ ઉપર કડાવાળો મણીકો મૂકીએ અને મણીકાના કડાને દોરી બાંધી દોરીના છૂટા છેડાને પાટીઆના ઉંચા છેડા ઉપર થઇ સામી બાજુએ લટકાવી લટકતે છેડે હલકું કાટલું બાંધીએ એટલે મણીકો ખસતો નથી. આ કાટલું હલકું છતાં મણીકાને ખસવા દેતું નથી એટલે મણ વજન સ્થિર રાખવાને મણ કરતાં ઓછું બળ વાપરવું પડે છે. હવે

---

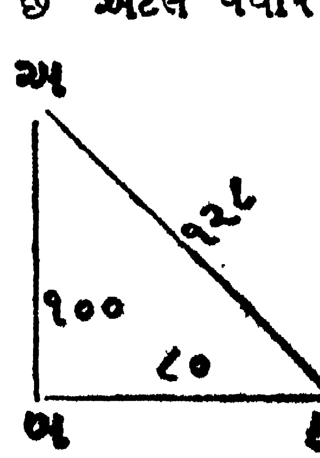
૧. એકજ અંતર વચ્ચેની લંબાઇ સમજવાની છે.

પાટીઆને વધારે વધારે ઉંચુ કરીએ એટલે મણીકાને સ્થિર રાખવાને કાટલાને વધારવું પડે છે એટલે કાટલું ભારે કરવું પડે .છે અને પાટીઉં તદન ઉંચું થતાં કાટલું પણ ૧ મણનું કરવું પડે છે. વળી પાટીઉં ઢાળ પડતું કરતા જઇએ તેમ તેમ કાટલું હલકું કરી શકાય છે, આથી સિદ્ધ થયું કે **ઢાળથી થોડા બળે વધુ અટકાવ દૂર કરી શકાય છે.** જેમ ઢાળની લંબાઇ વધે એટલે ઢાળ સારો થાય તેમ પદાર્થ પડી જવાની દહેશત કમી થાય છે અને સ્થિર રાખવાને બળ કમી વાપરવું પડે છે અને ઢાળ જેમ સીધો તમ પદાર્થ અટકાવવાને બળ વધુ વાપરવું પડે છે.

ઢાળથી લાભ થવાનું કારણ:—પીપ ઉંચે ચઢાવવાં હોય અને રસ્તો ઢાળપડતો હોય તોપણ સીધા ઢાળ પર નહિ ચઢાવતાં ઢાળની એક બાજુથી બીજી બાજુ તરફ અને બીજી બાજુ તરફથી પહેલી બાજુ તરફ તિરકસ લીટીમાં ચઢાવામાં આવે છે તેથી ઢાળની લંબાઇ વધે છે. પાસે **અ બ**ની ઉંચાઇ ૩ ફુટની છે તેથી નીચેથી ઉપર જતાં ઢાળની લંબાઇ ૩ ફુટની થાય છે પણ **અ** થી **ક** જાય, **ક** થી **ડ** જાય અને **ડ** થી **ઈ** જાય તો જવાનો માર્ગ–ઢાળ લગભગ ૪ ફુટ ઉપર થાય છે એટલે એ રીતે પીપ ચઢાવતાં ઢાળની લંબાઈ વધે છે તેથી પીપ એ રીતે



ઢાળ પર જવાથી બળ થોડું કરવું પડે છે પણ ૩ ને બદલે ૪ ફુટનું અંતર કાપતાં સુધી બળ વાપરવું પડે છે તેથી વખત વધુ જાય છે એટલે વધારે વખત સુધી બળ વાપર્યા કરવું પડે છે. આજ નિયમ તમામ ઢાળને લાગુ પડે છે. ***બ** થી **અ** સ્થળે ૧ મણ બોજો ચઢાવવો છે. **બ** થી **અ** સુધીનું અંતર ૧૦૦ ફુટ છે તેથી૧ મણ બોજો લઇ ૧૦૦ ફુટ ચાલવું પડે છે. **અ ક** ઢાળ બનાવી **ક અ** માર્ગે ૧૨૮ ફુટ ચાલી બોજો ચઢાવવો પડે છે એટલે ૧૦૦ને બદલે ૧૨૮ ફુટનું અંતર

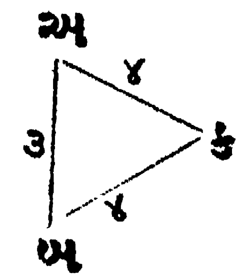


ચાલવું પડે છે તેથી વખત વધુ જાય છે: તેના પ્રમાણમાં બળ થોડું કરવું

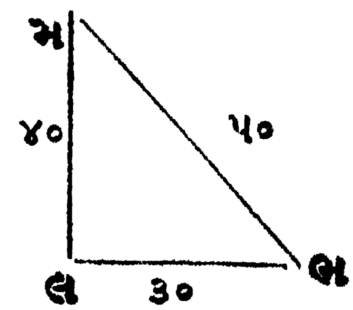
* બ થી અ સુધીની લંબાઈ-ઉંચાઈ ૪૦ ફુટની છે અને અ બ ની લંબાઈ ૫૦

પડે છે એટલે થાક કમી લાગે છે એટલે ઢાળથી અંતરમાં ખોટ આવે છે તેટલો બળ (વાપરવા)માં નફો થાય છે એટલે સરભર થઇ રહે છે. લાભ એ કે વખત જાય પણ બળ વાપરવાનું સુગમ પડે છે અને વગર થાકે કામ પૂરૂં થાય છે એ યાંત્રિક લાભ છે.

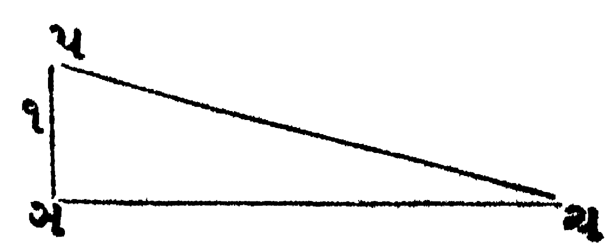
ફાચર.



ફાચરની રચના:—બે તરફના ઢાળવાળો પદાર્થ તે ફાચર. પાસેનું ચિત્ર ફાચરનું છે. એમાં **અ ક** અને **બ ક** બે ઢાળ ક બિંદુમાં મળી ફાચર બની છે. **બ ક** અને **અ ક** લીટી લંબાઇનો સરવાળો તે આ ફાચરની લંબાઈ છે. **બ ક** ઢાળ ૪ ફુટ અને



ફુટની છે. આમાં **મ લ** પાયો કહેવાય છે અને **મ ભ** ઢાળ કહેવાય છે. **લ મ** માર્ગે ૪૦ ફુટ ચાલવું પડે અને **ભ મ** માર્ગે ૫૦ ફુટ ચાલવું પડે એટલે પાયા કરતાં ઢાળ માર્ગે સવાયું અંતર ચાલવું પડે તેથી બળ ૧। મા ભાગનું કરવું પડે અને પાયા માર્ગે ૪૦ શેર બળ કરવું પડે તો આ ઢાળ માર્ગે ૪૦÷૧। =૩૨ શેર બળ કરવું પડે અને સાથે બળ વાપરવાનું સુગમ પડે. આ રીતે બળનું પ્રમાણ કાઢવાને પાયાની ઉંચાઇને વજન વડે ગુણી ઢાળની લંબાઇથી ભાગતાં કેટલું બળ વાપરવું પડે તે નીકળે છે. (૪૦ ફુ.×૪૦ શે.) ÷ ૫૦ = ૩૨ શેર બળ.



૬૦ શેર બોજો **ગ** થી **પ** સુધી ૧ ફુટ ઉંચો ચઢાવવો છે તો **ગ પ** પાયા માર્ગે ૬૦ શેર બળ કરવું પડે પણ એજ બોજને **ચ પ** ૬૦ ફુટના ઢાળ માર્ગે ચઢાવતાં (૬૦ શેર×૧ ફુટ)÷૬૦=૧ શેર બળ વાપરવું પડે છે, પણ વખત અંતર ૬૦ ઘણું હોવાથી ૬૦ ઘણો જાય છે અને વખત ૬૦ ઘણો જાય છે તેથીજ ૬૦ મા ભાગનું બળ વાપરવું પડે છે. હવે પાયાની ઉંચાઇ વધતી જાય અને ઢાળની લંબાઈ એટલીજ રહે તો ઢાળ માર્ગે વાપરવાના બળનું પ્રમાણ વધતું જાય છે એટલે **ગ પ** પાયો ૧૦ ફુટનો થતાં (૬૦ શેર×૧૦ ફુટ)÷૬૦ફુ.=૧૦ શેર બળ વાપરવું પડે છે અને એજ પાયો ૬૦ ફુટનો કરતાં ઢાળ નાશ પામે છે અને સીધું બળ વાપરવું પડે છે તેથી ૬૦ શેરજ બળ વાપરવાની જરૂર પડે છે. (જેમકે ૬૦ ફુટ×૬૦ શેર)÷૬૦ ફુટ ઢાળ=૬૦ શેર બળ.

અ ક ઢાળ ૪ ફુટ લાંબો છે તેથી આ ફાચર ૮ ફુટ લાંબા ઢાળ વાળી કહેવાય છે. અ બ પાયો ઉંચાઇ કે માથું કહેવાય છે. આ પાયો જેમ નાનો તેમ ઢાળ સારો થાય છે તેથી નાના માથા વાળી ફાચર ઉત્તમ ગણાય છે. બે ઢાળ મળી ધારરૂપ બનીને પણ ફાચર થાય છે; જેમકે કુહાડી.

ફાચરનાં ઉદાહરણ:—દરરોજના ઉપયોગમાં આવતી સારી ફાચરોમાં કુહાડી, ફરસી, છીણી વગેરે છે. હજામની નરાણી, ખાડો ખોદવાની નરાજ કે કૉસ, ધારવાળા ત્રિકમ, કોદાળા, ખરપડી, તાવેથો વગેરે પણ ફાચરજ છે. લાકડાને છોલી સુતાર વિવિધ ઘાટની ફાચરો બનાવે છે.

ફાચરનો ઉપયોગ:—પદાર્થનાં પરમાણુ સંબંધાકર્ષણને લીધે જોડાયેલાં હોય છે. જેમાં સંબંધાકર્ષણ વધુ હોય છે તે પદાર્થ બહુ ચીકણા–તૂટે નહિ તેવા હોય છે. લાકડાં ચીરવામાં કુહાડી વપરાય છે. કુહાડીના બે ઢાળના છેડા મળી થયેલી ધારને બળથી લાકડાપર વાપરતાં લાકડામાં ફાટ પડે છે અને ફાટમાં છીણી મૂકી છીણીના માથા પર ઘા કરતાં છીણી નીચા ઉતરવાથી ફાટ–વકાસ વધી લાકડું ચીરાઇ જાય છે. લાકડાનાં પરમાણુઓ સંબંધાકર્ષણથી જોડાઇ ગયાં હતાં તે કુહાડી અને છીણીની ફાચરો વાપરી જૂદાં પડયાં. આમ સંબંધાકર્ષણ તોડવાને ફાચરો એકલીથી બનતું નથી પણ ફાચરો ઉપર બળ વાપરવું પડે છે છતાં ફાચરની મદદથી બળ વાપરવું સહેલું પડે છે અથવા થોડા બળે વધુ બળનું કામ થાય છે એ ફાચરનો લાભ છે. ફરસી પણ કુહાડીના જેવુંજ કામ કરે છે. તાવેથો પણ સંબંધાકર્ષણને તોડી તપેલી અને ખોરાકને જૂદાં પાડે છે. નરાણી સંબંધાકર્ષણ કાપી નખને જૂદો પાડે છે. કોદાળો, ત્રિકમ, પાવડો, નરાજ વગેરે સંબંધાકર્ષણ તોડી માટીને જૂદી પાડે છે. ચપ્પુ એજ રીતે વસ્તુને કાપે છે. આ સર્વમાં બળ વાપરવું પડે છે પણ એ ફાચર રૂપી સાધનોથી બળ વાપરવું સુગમ પડે છે. બેઠેલું કબાટ, પત્થર, ચોકઠું, આગબોટ વગેરે ઉપાડવાને લાંબા લાકડાના એક છેડાને એક બાજુથી ઢાળ પડતું છોલી જીભરૂપ–ફાચર રૂપ બનાવી બોજા નીચે લાકડાના બીજે છેડે બળ કરી ધકેલે છે તેથી બેઠેલો બોજો જરા ઉપડી લાકડાપર ગોઠવાય છે. વળી સામી બાજુએ એ પ્રમાણે કરે છે અને એ રીતે બન્ને તરફથી બોજો ઉંચો થાય

છે. ચોતરફ ખુલ્લી જગો હોય તો ચોતરફથી એ રીતે બોજો ઉંચો કરી શકાય છે. આ રીતે ફાચરનો ઉપયોગ થાય છે તેને સુતાર કરાસી કરી કહે છે. ઘનરૂપ પદાર્થમાં સંબંધાકર્ષણ વધુ હોય છે તેથી તેવા પદાર્થો પર ફાચર વાપરતાં વધુ બળ કરવું પડે છે. ઘન પદાર્થોમાં પણ ધાતુઓમાં સંબંધાકર્ષણ વધુ હોય છે તેથી ધાતુઓ કાપતાં છીણા પર વધારે બળ વાપરવું પડે છે પણ ફાચર સરસ હોય તો સુગમ પડે છે. પ્રવાહી પદાર્થમાં સંબંધાકર્ષણ થોડું હોવાથી તેના બે ભાગ પાડી રસ્તો કરવાને થોડા બળની જરૂર પડે છે છતાં જરૂર પડે છે તેથી હોડી, વહાણ, આગબોટનો આગળનો ભાગ ફાચર રૂપ બનાવવામાં આવે છે. હવાને જૂદી પાડવા પણ થોડા બળની જરૂર પડે છે તેથી ઉતાવળે ચાલતાં મનુષ્ય અને પશુઓ ફાચરરૂપ માથું આગળ નીચું નમાવે છે. પક્ષી ઉંચે ચઢતાં ઉભું ચડે છે અને નીચ ઉતરતાં માથું નીચું રાખે છે એટલે કે મનુષ્ય, પશુ, પક્ષી હવામાં ચાલતાં ફાચરના જેવો ઉપયોગ કરે છે તેથી બળ વાપરવું સુગમ પડે છે અને થોડા બળે વધુ કામ થાય છે.

ફાચરના ઉપયોગમાં થતી ક્રિયા:—ઢાળમાં બોજો ખસે છે અને ઢાળ પોતે સ્થિર રહે છે. દાદર સ્થિર રહે છે અને ચઢનાર ઉતરનાર મનુષ્ય ખસે છે. પર્વતપરના ઢાળ સ્થિર રહે છે અને ગાડી, ઘોડા, આગગાડી, બોજા પોતે ખસે છે ત્યારે ફાચરમાં એથી ઉલટી ક્રિયા થાય છે એટલે ફાચરનો ઉપયોગ કરતાં બોજો સ્થિર રહે છે અને ફાચર પોતે ખસે છે. લાકડું ચીરતાં લાકડું ખસતું નથી પણ છીણા, કુહાડી ખસે છે. ઉપરનાં બે ફચીઆયડાં એક બીજાથી દૂર જાય છે ખરાં પણ તે કુહાડી કે છીણા દાખલ થવાથી ખસે છે; કારણ કે એકજ અવકાશમાં લાકડું અને કુહાડી બે સાથે રહી શકે નહિ. વળી લાકડું પદાર્થ હોવાથી જડ છે અને કુહાડી પણ જડ છે. પણ કુહાડી કે છીણાપર બળ કર્યું છે તેથી તે ધક્કો વાગવાથી ખસે છે પણ લાકડાને ખસેડવા ધક્કો માર્યો નથી તેથી તે ખસવા કારણ નથી. આજ રીતે કબાટ, વહાણ, ચોકઠું કે પથ્થર સ્થિર રહે છે અને તેની નીચે લાકડાની ફાચર પેસે છે—ગતિમાન થાય છે. પાણી સ્થિર રહે છે અને હોડી, વહાણ, આગબોટની ફાચર ચાલે છે. પવન સ્થિર રહે છે અને ફાચર રૂપ મનુષ્ય, પશુ, પક્ષીનાં શરીર અને આકાશી વિમાન ચાલે છે.

પેચ.

પેચનાં ઉદાહરણ:—પેચનાં બીજાં નામ ફેર અને સ્ક્રુ છે. ફરતા ગોળ દાદર, સીધા ડુંગર ઉપર ચઢવાના ફરતા ગોળ રસ્તા, શીશીના બુચ ખેંચવાની મરોડી, શેરડીનાં કોલુ, તલ પીલવાની ઘાણી, પુસ્તકો, રૂ અને ઘાસની ગાંસડીઓ બાંધવાના સંચા, રેલ્વે પર વપરાતાં દુમકલાસ, ફાનસના મુખના દટ્ટા, આંમળાવાળા ખુંટા, સાંકળાં અને કંડીઓ વગેરેની ખીલીઓ એ પેચ છે.

પેચની રચના:—પેચના દોરા એ ઢાળની લંબાઇ છે અને પેચની લંબાઇ એ ઢાળની ઉંચાઇ કે પાયો છે, એટલે સ્ક્રુનો દોરો ઉકેલતાં થતી લંબાઇ એ પેચના ઢાળની લંબાઇ છે અને જેના પર દોરા વિંટાયેલા છે તે ઢાળનો પાયો છે. ઢાળમાં સાબીત થયું છે કે ઢાળનો પાયો ટુંકો અને ઢાળની લંબાઇ વિશેષ હોય તે ઢાળ ઉત્તમ ગણાય છે તે પ્રમાણે પેચમાં દોરા સજ્જડ હોય તો તેના ઢાળની લંબાઇ વધે છે તેથી સજ્જડ દોરાવાળો—પાસે પાસે દોરા વાળો પેચ ઉત્તમ કહેવાય છે. દાદર, ડુંગરપર ચઢવાના રસ્તાનાં પગથીઆં જેમ સજ્જડ—પાસે પાસે હોય તેમ ચઢવા ઉતરવાનું સુગમ પડે છે. કોલુના આંમળા, ગાંસડીના સંચાના આમળા, દટ્ટાના આંમળા, મરોડીના આંમળા, ખીલીઓના આંમળા સજ્જડ હોય છે તેમ મજબૂત ગણાય છે.

પેચના ઉપયોગમાં થતી ક્રિયા:—ઢાળ માર્ગે ગતિમાન થતો પદાર્થ ઢાળની લંબાઇએ ખસે છે અને ઢાળ પોતે સ્થિર રહે છે. વળી ગતિમાન થતો પદાર્થ ઢાળ પર થઇને ચડે ઉતરે છે ત્યારે પેચમાં જૂદી જૂદી ક્રિયા થાય છે. ફરતા ગોળ દાદર, ડુંગરપર ચઢવાના ગોળ રસ્તા એ ગોળ ઢાળ જ છે તેથી તે પોતે સ્થિર રહે છે અને બોજો ખસે છે અને વળી બોજો ઢાળપર થઇનેજ ચઢે ઉતરે છે. પણ ચોપડીઓ, રૂ, ઘાસ, અને કપડાંની અને તેવીજ બીજી ગાંસડીઓ બાંધવાના સંચામાં બોજો નીચે રહે છે અને પેચ ઉપરથી નીચે ઉતરીને દાબે છે એટલે બોજો સ્થિર રહે છે, પેચ પોતે ખસે છે. ઉપાડવાની વસ્તુ—ઉંચી ચઢાવાની વસ્તુ સ્કુના ઉપર સ્થિર રહે છે અને સ્ક્રુ ઉંચો થાય છે. દટ્ટા, ખીલીઓ અને ખુંટા એ

સ્ક્રુ પણ પોતેજ ખસે છે. ગાંસડીના પેચમાં દોરા પર વજન રહેતું નથી. દોરા માત્ર પેચને ચઢવા ઉતરવાને ખપ લાગે છે. ઉંચે ચઢાવાની કે ઉપાડવાની વસ્તુના પેચમાં પણ એજ ક્રિયા થાય છે. મરોડી દાટામાં ઉતરતાં દાટો સ્થિર રહે છે અને પેચ ખસે છે પણ દાટો વજન આંમળા પર ભરાય છે અને ખેંચતાં વજન અને પેચ સાથે ગતિમાન થાય છે. કોલુમાં આંમળા પર વજન રહે છે અને આંમળા ફરતાં વજન ફરે છે. દટ્ટા, ખીલા, ખીલીઓના સ્ક્રુ દાખલ થતાં પોતે ખસે છે અને બહાર નીકળતાં પણ પોતે ખસે છે જ્યારે વજન સ્થિર રહે છે. ઢાળની પેઠે આમાં પણ પેચના દોરાની લંબાઇ વધતાં પેચ સારો થાય છે પણ વખત તેટલો વધુ જાય છે.

પેચના પ્રકાર:—પેચ ૨ પ્રકારના હોય છે. (૧) પસિયારાંવાળા પેચ (૨) પસિયારાં વગરના પેચ. સ્ક્રુને ફેરવવાથી તેના દોરા વસ્તુમાં એની મેળે સજ્જડ ચોંટી જાય છે ત્યારે પસિયારાની જરૂર પડતી નથી એટલે તેવા પેચને પસિયારાં રાખવામાં આવતાં નથી. મરોડી, ફરનીચર અને ઇમારતી લાકડ કામમાં વપરાતા સ્ક્રુને પસિયારાની જરૂર નથી તેથી એમાં પસિયારા વગરના સ્ક્રુ વપરાય છે. પસિયારા વગરના સ્ક્રુના દોરા વસ્તુમાં સજ્જડ ચોંટવાની જરૂર છે, એને ઉંચા નીચા કરવાની જરૂર પડતી નથી તેથી એના દોરા પાતળા અને ધારવાળા રાખવામાં આવે છે.

સ્ક્રુને ઉંચા નીચા કે ગોળ ફેરવવાની જરૂર પડે છે ત્યારે તેને પસિયારાની જરૂર પડે છે. ગાંસડીઓના પેચ, દુમકલાસ, કોલુ, દટ્ટા, ખીલીઓ, પતરાં જડવાના ભુલ વગેરે પસિયારાંવાળા પેચ છે. આમાં સ્ક્રુનો દોરો નર કહેવાય છે અને પસિયારાની ખોભણ માદા કહેવાય છે. નર માદાથી પેચ મજબૂત થાય છે, ફરી શકે છે અને ઉંચો નીચો કરવો હોય તો થઈ શકે છે. પસિયારાવાળા સ્ક્રુના દોરા મોટા, આછા અને બુટ્ટા ચોરસ કે ગોળાકાર હોય છે.

પેચનો ઉપયોગ:—ચોકઠું કે ફરનીચરના સાંધા સજ્જડ કરવાને સ્ક્રુ વાપરતાં બેમાલુમ સંધાઇ જાય છે. કોલુ સ્ક્રુ રૂપી બનાવતાં શેરડી પીલી રસ કાઢવાનું સુગમ પડે છે. સ્ક્રુથી ઘાણીઓ ફેરવી તેલ, દીવેલ કાઢવાનું સુગમ પડે છે. સ્ક્રુના નરમાદાના જોડાણથી વરાળયંત્રો ફરે છે તેથી અનેક પ્રકાર-

નાં કારખાનાં ચાલે છે. ઘાસ, રૂ, કપડ, કોથળા વગેરે માલની ગાંસડીઓ સ્ક્રુ વડે દાબી પરદેશ મોકલવા લાયક બાંધી શકાય છે. સ્ક્રુ વડે ચોપડીઓ ઘણી મજબૂત બાંધી શકાય છે. ક્રુમકલાસથી જડેલાં ઘર અને ભારે એન્જીન વગેરે ઉચ્ચાં કરી શકાય છે. પહેરવાના દાગીના દોરાવાળી ખીલીઓથી નીકળી પડવાનો ભય દૂર થાય છે.

ગુરૂત્વાકર્ષણ.

ગુરૂત્વાકર્ષણની સમજ:—પદાર્થમાં જડત્વગુણ હોવાથી સ્થિર પદાર્થ પોતાની મેળે ગતિમાન થતો નથી અને વળી ગતિમાન પદાર્થ પોતાની મેળે દિશા પણ બદલતો નથી. પદાર્થ માત્રનો આ નિયમ છે છતાં આપણે પથરાને ઉંચો ફેંકીએ છીએ ત્યારે તેનો વેગ ધીમે ધીમે કમી થતો જાય છે અને છેવટે એક બિંદુમાં બેમાલુમ સ્થિર થઇ જમીન પર પડવા માંડે છે અને નીચે આવતાં ધીમે ધીમે વેગ વધતો જાય છે અને જમીન પર પડતાં સ્થિર થાય છે. આંબા પરથી કેરી છુટી થતાં જમીન ઉપરજ પડે છે પણ ઉંચે સ્થિર રહેતી નથી કે આકાશ તરફ જતી નથી. પદાર્થ માત્ર પૃથ્વી પરજ પડે છે ત્યારે સ્થિર થાય છે. પૃથ્વી પર ગતિમાન થતા પદાર્થની ગતિ ગમે તેવો લીસો માર્ગ હોય તોપણ ધીમે ધીમે કમી થાય છે, અને છેવટે પૃથ્વી ઉપરજ સ્થિર થઈ જાય છે. આમ થવાનું કારણ પૃથ્વીનું ખેંચાણ—આકર્ષણ છે. **દરેક વસ્તુને પૃથ્વી પોતાના તરફ ખેંચે છે એ ખેંચાણ—આકર્ષણ તે ગુરૂત્વાકર્ષણ કહેવાય છે.**

ગુરૂત્વાકર્ષણ બળની વ્યાખ્યા:—દરેક પદાર્થ ઉપર પૃથ્વી તરફથી જે બળવડે આકર્ષણ થાય છે તે બળ ગુરૂત્વબળ અથવા ગુરૂત્વાકર્ષણ બળ કહેવાય છે.

ગુરૂત્વાકર્ષણબળની સમજ:—ગુરૂત્વ=ભાર—વજન. દરેક વસ્તુને ગતિમાન કરવાને કે ગતિમાન પદાર્થને અટકાવવાને બળ વાપરવું પડે છે. દરેક વસ્તુ પૃથ્વી તરફ ખેંચાય છે તે પૃથ્વીના આકર્ષણબળથીજ ખેંચાય છે. આ પ્રમાણે દરેક વસ્તુ ઉપર થતું આકર્ષણ તેજ પદાર્થનું ગુરૂત્વ—ભાર—વજન

છે. આકર્ષણને લીધેજ દરેક વસ્તુમાં ભાર લાગે છે. જેમ આકર્ષણ વધુ તેમ પદાર્થ વધારે વજન વાળો હોય છે. એટલે પૃથ્વીનું ગુરૂત્વાકર્ષણબળ તેજ પદાર્થનું વજન છે.

ગેલિલીઓનો ગુરૂત્વાકર્ષણબળ સંબંધી સિદ્ધાંતઃ—એક પદાર્થના તમામ પરમાણુઓ ઉપર પૃથ્વીનું આકર્ષણ સરખુંજ થાય છે તેમ જૂદા જૂદા પદાર્થ હોય તોપણ તેમના દરેક પરમાણુ પર સરખુંજ આકર્ષણ થાય છે એટલે કે રૂ, પાણી, પવન, લોઢું અને સોનાનાં દરેક પરમાણુ ઉપર સરખુંજ આકર્ષણ થાય છે તેથી પદાર્થ માત્રનાં પરમાણુનું વજન સરખું હોય છે. સંબંધાકર્ષણને લીધે જે પદાર્થમાં પરમાણુ સજ્જડ હોય તે પદાર્થનું વજન (વધુ પરમાણુની સંખ્યાને લીધે) વધુ હોય છે. ઉદાહરણ તરીકે રૂ કરતાં સોનામાં પરમાણુ સજ્જડ છે તેથી રૂ કરતાં સોનું વધુ ભારે છે. આથી સિદ્ધ છે કે પદાર્થના દરેક પરમાણુ ઉપર થયેલા આકર્ષણબળનો સરવાળો તેજ પદાર્થનું વજન છે. આ રીતે ગમે તે પદાર્થના પરમાણુઓ ઉપર સરખુંજ આકર્ષણ હોવાથી ઉંચેથી અવકાશમાં ભારે હલકા પદાર્થ સાથે છોડી દેતાં જમીન પર સાથેજ પડવા જોઇએ; કેમકે ભારેમાં પરમાણુ વધુ છે ત્યારે વધુ બળથી ખેંચાય છે અને હલકામાં પરમાણુ કમી છે ત્યારે ઓછા બળથી ખેંચાય છે તેથી સાથેજ પડવા જોઇએ પણ તેમ બનતું નથી. બારીએથી પૈસો અને પીછું સાથે છોડી દેતાં પૈસો પહેલો પડે છે અને પીછું પછી પડે છે. આમ થવાનું કારણ એ કે બારીથી જમીન સુધીની ખાલી જગો હવાથી રોકાયેલી છે. આ હવા પડતા પદાર્થની સામે બળ કરી તેને અટકાવે છે એટલે કે પદાર્થની ગતિને નરમ પાડે છે. પીછા કરતાં પૈસો ભારે છે એટલે તેના સામે પીછા કરતાં હવાનો અટકાવ કમી થાય છે તેથી તે વહેલો પડે છે. કાચની લાંબી નળીની હવા ખાલી કરી ઉપરથી પૈસો અને પીછું સાથે મૂકતાં બન્ને સાથેજ તળીયે પહોંચે છે; કેમકે એમાં હવાનો અંતરાય નડતો નથી તેથી ભારે પદાર્થ વધુ આકર્ષણબળથી અને હલકો પદાર્થ થોડા આકર્ષણબળથી ખેંચાતાં સાથેજ આવે છે.

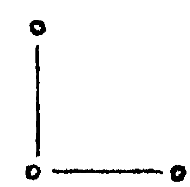
(સર આઇઝક) ન્યૂટનના આકર્ષણ સંબંધી સિદ્ધાંતઃ—(૧) દરેક

પદાર્થને પૃથ્વી પોતાના મધ્યબિંદુ તરફ ખેંચે છે તેમ દરેક પદાર્થ પણ પૃથ્વીને પોતાના તરફ ખેંચે છે. આકાશમાંની કેરીને કે ફેંકેલા પત્થરને પૃથ્વી ખેંચે છે અને પૃથ્વીને એ પદાર્થો ખેંચે છે. પૃથ્વીનાં પરમાણુની સંખ્યા વિશેષ છે અને કેરી કે પત્થરનાં પરમાણુઓની સંખ્યા બહુ થોડી છે તેથી બહુ મોટા પરમાણુના જથા ઉપર પત્થર કે કેરીનાં થોડાં પરમાણુનું આકર્ષણબળ અસર કરતું નથી પણ પૃથ્વીનું આકર્ષણબળ પત્થર કે કેરીનાં થોડા પરમાણુ ઉપર તરત અસર કરે છે તેથી પૃથ્વી તરફ પત્થર, કેરી અને તમામ પદાર્થ ખેંચાઇ જાય છે. પૃથ્વીની પાસે પૃથ્વી કરતાં બીજો કોઇ મોટો પદાર્થ નથી તેથી દરેક પદાર્થ પૃથ્વી તરફજ ખેંચાઇ જાય છે. (૨) દરેક પદાર્થનાં દરેક પરમાણુ બીજા પદાર્થનાં દરેક પરમાણુને પોતાના તરફ ખેંચે છે એટલે એક ચાકનો ગાંગડો અને એક કલમ ટેબલ પર પડેલાં છે તો ચાકનાં દરેક પરમાણુ કલમનાં દરેક પરમાણુને ખેંચે છે અને કલમનાં દરેક પરમાણુ ચાકનાં દરેક પરમાણુને ખેંચે છે. આ પ્રમાણે સૃષ્ટિમાં પરમાણુ માત્ર સામસામે આકર્ષે છે. પદાર્થ માત્રમાં પરમાણુની સંખ્યા સરખી હોતી નથી તેથી પરમાણુની સંખ્યાના જથાના પ્રમાણમાં આકર્ષણ બળ વત્તું ઓછું થાય છે એટલે ભારે પદાર્થનું આકર્ષણ બળ હલકા પદાર્થના આકર્ષણ બળ કરતાં વધુ હોય છે. આમ આકર્ષણ બળ વત્તુ ઓછું હોવાથી ભારે પદાર્થ તરફ હલકા પદાર્થ ખેંચાઇ જવા જોઇએ પણ તેમ ખેંચાઇ જતા નથી અને નાના હલકા પદાર્થનો જડત્વગુણ કાયમ રહે છે. આમ થવાનું કારણ પૃથ્વીનું આકર્ષણ છે; કેમકે પૃથ્વીનું વધુ આકર્ષણ આ પદાર્થનાં પરમાણુઓના આકર્ષણને નરમ પાડી નાખે છે.

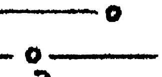
(૩) પદાર્થ માત્રનું આકર્ષણ બળ અંતરના પ્રમાણમાં વત્તું ઓછું થાય છે. બે પદાર્થનું અંતર હોય તે કરતાં અંતર વધુ થાય તો આકર્ષણ બળ ઘટે છે. આ આકર્ષણ બળ અંતરના વર્ગના ઉલટા પ્રમાણમાં રહે છે એટલે બે પદાર્થનું અંતર હોય તે કરતાં બમણું અંતર કરતાં ૨×૨=૪ માટે આકર્ષણ બળ ૧/૪ ભાગનું રહે, ત્રણગણું અંતર થતાં ૩×૩=૯ માટે ૧/૯ ભાગનું રહે, ૮ ગણું અંતર કરતાં ૮×૮=૬૪ માટે ૧/૬૪ ભાગનું અંતર

રહે અને એમ અંતર વધતાં આકર્ષણ બળ ઘણુંજ કમી થતું જાય છે. અંતર વધતાં આકર્ષણ બળ ઘટે છે તેથીજ બલુનમાં ઉંચે ગયેલો પદાર્થ વજનમાં ઘટે છે. દરિયાની સપાટી કરતાં ઉંચા પહાડોના શિખર ઉપર પણ વજન ઘટે પણ કાટલાં સાથે ઘટવાથી ફેરફાર સમજાતો નથી. બલુનમાં ચાંપનો કાંટો રાખ્યો હોય તો વજન ઘટેલું સમજાય છે. સૂર્ય પૃથ્વી કરતાં બહુ મોટો છે તેથી પૃથ્વી સુદ્ધાં સૂર્ય તરફ ખેંચાઇ જવી જોઇએ અને ચંદ્ર પૃથ્વી તરફ ખેંચાઇ જવો જોઇએ પણ બહુ અંતર હોવાથી આકર્ષણની અસર રહેતી નથી અને પદાર્થ માત્ર પૃથ્વી (સૂર્ય કરતાં નાની છતાં) પાસે હોવાથી તેના પરજ સ્થિર થાય છે. સૂર્ય પાસે હોય તો તમામ પદાર્થ સૂર્યમાંજ ખેંચાઇ જાય.

ગુરૂત્વાકર્ષણ બળનું પરિણામ (ઉપયોગ):—બે પદાર્થ વચ્ચે થતું ગુરૂત્વાકર્ષણ બળ બે પદાર્થના મધ્યબિંદુને જોડનારી સીધી લીટીમાં થાય છે. બાજુએ બતાવ્યા પ્રમાણે કાટખૂણે રહેલા પદાર્થથી એક બીજાનું આકર્ષણ બળ નરમ પડી જાય છે. સામ સામેના



પદાર્થ વચલા પદાર્થ પર આકર્ષણ કરે તો સરખું આકર્ષણ નાશ પામે અને એક પદાર્થનું બીજા કરતાં જેટલું આકર્ષણ બળ વધુ હોય તેટલીજ અસર [1]વચલા પદાર્થ પર થાય છે. પૃથ્વી પાસે પૃથ્વી જેવડો એકે પદાર્થ નથી તેથી પૃથ્વીના આકર્ષણ બળમાંથી પદાર્થના આકર્ષણ બળ જેટલો નાશ થતાં પણ ઘણું આકર્ષણ બળ દરેક પદાર્થ ઉપર રહે છે તેથી દરેક પદાર્થ પૃથ્વી તરફજ ખેંચાય છે એથી પૃથ્વી પર વરસાદ થાય છે, વાયુનાં પરમાણુઓ એક બીજાને ખેંચે છે તેથી વિખરાયેલાં છતાં વાતા-



૧. (૧) નું આકર્ષણ બળ ૫ શેર, (૨) નું ૬ શેર અને (૩) નું ૪ શેર હોય અને અંતર સરખું હોય તો વચલાનું ૩ શેર ૩ તરફ અને ૩ શેર ૧ તરફ થાય છે. ૧નું ૫ શેર ૨ તરફ થાય છે તેથી ૫-૩=૨ શેર રહે છે; ૩નું ૪ શેર ૨ તરફ થાય છે તેથી ૪-૩=૧ શેર રહે છે. હવે ૧ બશેરથી અને ૩ એક શેરથી વચલા ૨ પદાર્થને ખેંચે છે તેથી સરખું બળ નાશ પામતાં ૨-૧=૧ શેર બળ ૧ પદાર્થનું માત્ર અસર કરે છે.

વરણુંરૂપે સર્વત્ર વ્યાપક રહે છે અને સર્વ સૃષ્ટિ તેના વડે હયાત રહે છે. પાણીનાં પરમાણુ પણ એક બીજાને ખેંચે છે તેથી પ્રવાહીરૂપે જથાબંધ રહે છે. આથીજ પૃથ્વી, ચંદ્ર, બીજા ગ્રહો અને તારામંડળ ફરે છે અને ધૂમકેતુઓ દૂર જઇ વળી પાછા આવે છે. પૃથ્વી પોતે પણ પરમાણુઓના આકર્ષણથી જોડાઇ રહેલી છે. તેજ રીતે પ્રાણીઓનાં શરીર અને પદાર્થ માત્ર આકર્ષણ બળથીજ થયેલાં રૂપ છે. આ આકર્ષણ બળ ન હોય તો સૃષ્ટિના તમામ પદાર્થ પરમાણુરૂપ બની વેરાઇ જાય એટલે બ્રહ્માની રાત્રી થઇ જાય—પ્રલયરૂપ—પરમાણુરૂપ બની જાય.

ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુ.

ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુની વ્યાખ્યા:—ગુરૂત્વ=વજન+મધ્યબિંદુ=વચલું બિંદુ=વજનનું મધ્ય બિંદુ. પદાર્થને સમતોલ રાખનારૂં બિંદુ તે ગુરૂત્વ મધ્ય બિંદુ એટલે જે બિંદુએ પદાર્થ સમતોલ રહી શકે તે પદાર્થનું મધ્ય બિંદુ કહેવાય.

પદાર્થના સમતોલપણાની સમજ:—પદાર્થ અનેક પરમાણુઓનો બનેલો છે તેથી તેના એક વચલા પરમાણુએ તેને ઉંચે સમતોલ રાખી શકાય છે. પદાર્થને મધ્ય બિંદુએ ન રાખીએ તો જે તરફ વધુ પરમાણુ હોય તે તરફ તે નમી પડી જાય. પદાર્થના વજન જેટલું નીચેથી ઉપર જતું કે સામું બળ રાખવાથી પદાર્થ સમતોલ રહે એટલે કે પદાર્થને નીચેથી ટેકો દઇને કે ઉપરથી લટકાવીને—ટંગાવીને સમતોલ રાખી શકાય (એટલે પદાર્થ નીચે પડવાનું કરે છે તેને વિરૂદ્ધમાં ઉપર જતું બળ વાપરવાનું છે.)

ગુરૂત્વ મધ્યબિંદુનું સ્થળ:—ગુરૂત્વ મધ્ય બિંદુ પદાર્થની અંદર હોય, કોરપર હોય કે એક બાજુમાં હોય. સરખાં પરમાણુ ગોઠવાઇ પદાર્થ બનેલો હોય છે તો મધ્ય બિંદુ વચમાં હોય છે. એક તરફ જાડો પદાર્થ હોય છે તો મધ્ય બિંદુ જાડા ભાગ તરફ હોય છે, કામઠાનું ગુરૂત્વ મધ્ય બિંદુ બહાર હોય છે.

ગુરૂત્વ રેખાની વ્યાખ્યા:—પદાર્થના ગુરૂત્વ મધ્ય બિંદુમાંથી પૃથ્વી પર પૃથ્વી સુધી સીધી લીટી દોરીએ તે ગુરૂત્વ રેખા કહેવાય છે. ગુરૂત્વ=વજન +રેખા=લીટી. ગુરૂત્વ રેખા ઉપર પદાર્થનું ગુરૂત્વ મધ્ય બિંદુ ગોઠવતાં સમતોલ રાખી શકાય છે.

પદાર્થના પાયાની સમજ:—પદાર્થનું તળિઉં એ પદાર્થનો પાયો છે. ટેબલ ઉપર ચોપડી મૂકીએ તો ચોપડીનું જે તળિઉં ટેબલના પૃષ્ટ ઉપર રહેલું છે તે ચોપડીનો પાયો કહેવાય છે. એક પદાર્થ ઉપર બીજો પદાર્થ ગોઠવતાં સરખી જગોમાં સમાઇ રહે તો નીચેના પદાર્થનું તળિઉં તે બન્ને પદાર્થનો પાયો કહેવાય છે. ચોપડી ઉપર બીજી ચોપડી ગોઠવતાં ઉપરની ચોપડી નીચેની ચોપડી ઉપર બરાબર ગોઠવાઇ રહે તો પણ નીચેની ચોપડીનું તળિઉં ઉપરની ચોપડીનો પાયો કહેવાય છે. ગાડા ઉપર ગાંસડી મૂકી તેના ઉપર બીજી ગાંસડી ગોઠવતાં સરખી જગોમાં સમાઇ રહે તો નીચેની ગાંસડીનું તળિઉં બન્ને ગાંસડીનો પાયો કહેવાય છે. ઉપરના પદાર્થનું તળિઉં નીચેના પદાર્થની બહાર નીકળતું હોય તો ઉપરના પદાર્થનો પાયો બહાર પડતો અને ઉંચે રહેલો કહેવાય છે.

ગુરૂત્વ રેખા પ્રમાણે પદાર્થ નમે છે:—ગુરૂત્વ રેખા સીધી અને પાયાની અંદર વચમાં પડે તો પદાર્થ ઉભો—સીધો રહે છે. બે ત્રણ પદાર્થ એક ઉપર એક ગોઠવ્યા હોય તોપણ ગુરૂત્વ રેખા સીધી રહેતાં પદાર્થ સ્થિર રહે છે. ઉપરના પદાર્થનો પાયો બહાર પડતો હોય તો ગુરૂત્વ રેખા નીચેના પદાર્થના પાયાના મધ્ય બિંદુમાં ન પડતાં બાજુ પર કે બહાર પડે તેથી પદાર્થ તે તરફ ઉથલી પડે છે. ટેબલ પરની સ્લેટ પર એક ઉપર એક ૪—૫ ઘન ગોઠવતાં ગુરૂત્વ રેખા નીચેના ઘનના પાયા ઉપર સીધી પડતાં બધા ઘન સ્થિર રહે છે, પણ એક બાજુએથી સ્લેટ ઉંચી કરતાં ગુરૂત્વ રેખા ત્રાંસી થાય છે એટલે ઉપરના ઘનોના પાયા નીચેના ઘન ઉપર ન રહેતાં બહાર પડતા થાય છે તેથી બધા ઘન ઉથલી પડે છે. આજ કારણે ત્રાંસા ઢગલા ઉથલી પડે છે. ઘરની ભીંતો વાંકમાં ચણાતાં અથવા નમતાં આજ કારણે પડી જાય છે. ગાડામાં ઘાસ

કે રૂની ગાંસડીઓ એક ઉપર એક ગોઠવતાં ગાડું બળદ વડે આગળ ઉંચું થતાં ઉથલી પડે છે તે પણ આજ કારણથી છે. ગુરૂત્વરેખા પાયામાં મધ્ય ભાગે લાવવા અને પદાર્થ સ્થિર રાખી રેખા સીધી રાખવા ઘરના કરા ઉપરથી સાંકડા અને તળિયાં પહોળાં ચણવામાં આવે છે. પીરામીડો તળિયેથી પહોળી અને ઉપરથી સાંકડી રાખવામાં આવી છે. રેલ્વેના પૂલના થાંભલા તળિયેથી પહોળા અને ઉપરથી સાંકડા રાખવામાં આવે છે. દીવી, વૉલ્સેટ અને ફાનસનાં તળિયાં આજ કારણથી પહોળાં રાખવામાં આવે છે. નાવડામાં ઉભા રહેતાં હોડી વત્તી ઓછી ચાલતાં પગ આગળ પાછળ થતાં ગુરૂત્વરેખા આગળ કે પાછળ નમી જાય છે તેથી પડી જવાય છે. ઘોડો જોરથી દોડતો હોય અને એકદમ અટકી પડે તો ઘોડાને વળગેલું તળિઉં અટકી ઉપરનો ભાગ આગળ નમી જતાં ગુરૂત્વરેખા આગળ નમતાં પડી જવાય છે તેજ પ્રમાણે ગાડીના ડબામાં બેસતાં ડબો એકદમ ચાલતાં પાછળ અને એકદમ અટકી પડતાં આગળ નમી જવાય છે. માથે બોજાની ગાંસડી કે પાણીનું બેડું મૂકતાં ગુરૂત્વરેખા બે પગની વચ્ચે એટલે પાંયાના મધ્ય ભાગમાં અને સીધી રહે છે તેથી બોજો કે બેડું સ્થિર રહે છે, પણ મજુર પીઠપર માલની ગાંસડી લે છે કે કાછીઓ કોથળો નાખી ચાલે છે ત્યારે તે સીધા રહેતો પાયો બહાર પડતો અને ઉંચો રહે અને ગુરૂત્વરેખા પગની પાછળ પડે તેથી પાછળ ઉથલી પડે. પાછળ ઉથલી ન પડે તેથી આગળ નમી ગુરૂત્વરેખા સીધી બે પગ વચ્ચે લાવે છે. એક હાથે પાણીનો ઘડો કે બોજો લેતાં આજ કારણથી સામી બાજુએ નમે છે.

અવાજ.

અવાજની વ્યાખ્યા:—હવામાં વિકાર (ફેરફાર) થતાં હવાનાં મોજાં ઉત્પન્ન થઇ કાનની ઇંદ્રિયપર અસર થાય છે તે અવાજ કહેવાય છે. અવાજનાં બીજાં નામ નાદ કે ધ્વની છે.

હવાનાં મોજાં:—પાણીમાં ઢેફું કે કાંકરો નાખતાં પાણીનાં કુંડાળાં થાય છે અને પાણી ચોતરફ વહી જતું હોય એમ દેખાય છે પણ ખરી રીતે

પાણી વહી જતુંજ નથી. કુંડાળામાં પીછું નાખતાં તે ખસતું નથી તેથી પાણી તો સ્થિરજ છે એમ સમજાય છે. એજ પ્રમાણે પાણીથી ભરેલી રકાબીને ટકોરો મારતાં પણ પાણીમાં ઓકળીઓ થયા કરે છે અને તેમાં પણ પાણી પોતે ચાલતું નથી. આમાં પાણીનાં પરમાણુઓ કાંકરો પડતાં ધ્રૂજે છે અને ધ્રૂજેલાં પરમાણુઓ પાસેનાં પરમાણુઓને ધ્રૂજાવે છે અને એમ ધ્રૂજારો ચોતરફ ચાલે છે. રકાબીમાં ટકોરો મારતાં રકાબીનાં પરમાણુઓ ધ્રૂજી પાસેના પાણીનાં પરમાણુઓને ધ્રૂજાવે છે અને ધ્રૂજેલાં પાણીનાં પરમાણુઓ બીજાં પરમાણુઓને ધ્રુજાવે છે તેથી પાણીમાં લ્હેરી પ્રસરે છે. આજ રીતે હવાનાં મોજાં વહે છે. ઘંટપર ઘા થતાં ઘંટનાં પરમાણુઓ ધ્રૂજે છે અને ઘંટનાં ધ્રૂજેલાં પરમાણુઓ પાસેની હવાનાં પરમાણુઓને ધ્રૂજાવે છે, તે તેની પાસેનાં પરમાણુઓને ધ્રૂજાવે છે અને એમ ચોતરફ હવામાં ધ્રૂજારો ચાલે છે તે હવાનાં મોજાં કહેવાય છે. પાણીની પેઠે હવાનાં પરમાણુઓ પણ પોતે ખસતાં નથી પણ પોતાની જગોએ ઘડીઆળના લોલકની પેઠે હાલી બીજાને ધ્રૂજાવીને રહે છે. ઘંટનો ધ્રૂજારો બંધ થતાં હવાનો ધ્રૂજારો બંધ થાય છે. ધ્રૂજારાનો વેગ દૂર જતાં ધીમે ધીમે મંદ પડી જાય છે. મોજાં=આંદોલન=પરમાણુઓની આમ તેમ હાલતી સ્થિતિ.

કાનની રચના:—કાનની નાળ સાંકડી છે પણ બહારનું મુખ ફોનોગ્રાફના ભૂંગળાની પેઠે પહોળું છે. નાળમાં બહાર ત્વચાનો પડદો હોય છે અને વળી અંદર જતાં બીજો પડદો આવે છે. આ અંદરના પડદાની પાછળ એક પ્રકારનો પ્રવાહી પદાર્થ ભરેલો હોય છે અને પ્રવાહી પદાર્થની અંદર ત્રીજો પડદો હોય છે એટલે બીજા અને ત્રીજા પડદાની વચમાં પ્રવાહી પદાર્થ હોય છે. આ ત્રીજા પડદામાં લગભગ ૩૦૦૦ સાંભળવાની ઇંદ્રિયના અતિ બારીક જ્ઞાનતંતુ ગોઠવાયેલા છે અને એ જ્ઞાનતંતુની શાખાઓનો સંબંધ મગજ સાથે જોડાયેલો છે.

હવાનાં મોજાંથી અવાજનું ભાન થાય છે:—ઘંટનો અવાજ ઘંટપર ઘા કરતાં તેનાં પરમાણુઓ ધ્રૂજવાથી ઉત્પન્ન થાય છે. એ અવાજથી હવામાં અવાજનાં ચોતરફ મોજાં ઉત્પન્ન થાય છે તેમાંનાં કેટલાંક કાનના

પહોળા મુખમાં થઇ નાળમાં પ્રવેશી પહેલા પડદાને ધ્રૂજાવે છે. એ પડદાનાં ધ્રૂજેલાં પરમાણુ અંદર પ્રવેશી બીજા પડદાનાં પરમાણુને ધ્રૂજાવે છે. બીજા પડદાનાં ધ્રૂજેલાં પરમાણુ પ્રવાહીનાં પરમાણુઓને ધ્રૂજાવે છે અને પ્રવાહી પદાર્થનાં ધ્રૂજેલાં પરમાણુ ત્રીજા પડદાને ધ્રૂજાવે છે તેથી તેમાંનાં ૩૦૦૦ જ્ઞાનતંતુ ધ્રૂજે છે અને ધ્રૂજતા જ્ઞાનતંતુ મગજનાં પરમાણુને ધ્રૂજાવે છે એટલે ઘંટના અવાજનું મગજને ભાન થાય છે. જ્યાં સુધી અવાજ ચાલુ રહે ત્યાં સુધી આમ મગજ સુધી ધ્રૂજારો ચાલુ રહે છે અને તેથીજ ભારે અવાજથી મગજ બ્હેર મારી જાય છે અને સરસ સુર–અવાજથી મગજ શાન્ત થાય છે. આ રીતે હરકોઈ પદાર્થમાંથી કે મુખમાંથી થતો અવાજ હવાનાં મોજાં મારફત મગજને પહોંચે છે. સૃષ્ટિમાંથી હવા લઇ લેતાં અવાજ સંભળાયજ નહિ.

અવાજનો વેગ:—હવાના સાધારણ ઉષ્ણમાને દર સેકંડમાં અવાજ ૧૧૨૦ થી ૧૧૪૦ ફીટ ચાલે છે. પાણીમાં અને ઘન પદાર્થની મારફત હવામાં અવાજનો વેગ વધુ ઉતાવળો હોય છે. કાનમાં લાકડીનો એક છેડો રાખી બીજે છેડે સહજ અવાજ કરાવતાં પણ સ્પષ્ટ સંભળાય છે. બે ભૂંગળીઓ લઇ તેમના એકેક છેડા ખુલ્લા રાખી એકેક બંધ કરવા. બંધ છેડે બારીક વેહ પાડી તેમાં દોરો પરોવી ગાંઠો વાળવી. આ રીતે દોરાના બે છેડા ઉપર ભૂંગળીઓ રહે છે અને વચમાં દોરો ખુલ્લો રહે છે. એક ગાંઠવાળો છેડો કાનમાં રાખી બીજે છેડે ધીમેથી વાત કરતાં[1] સંભળાય છે. ટેલીફોનમાં આવીજ ગોઠવણ કરેલી હોય છે. ભીંતને એક છેડે સહજ અવાજ થતાં બીજે છેડે કાન દઇ સાંભળતાં સ્પષ્ટ સંભળાય છે. શત્રુઓ સામા આવતા હોય કે કોઇ ભયંકર પ્રાણી સામાં ધસી આવતાં હોય તો ભોંય ઉપર પડી કાન દઇ સાંભળવાથી સમજાય છે. પ્રવાહી પદાર્થ મારફત પણ અવાજ વધુ ચાલે છે. તળાવની એક બાજુએ ધોબી અવાજ કરે છે તો એક અવાજ પાણી મારફત સામી બાજુએ વહેલો જાય છે અને હવા મારફત

૧. હવા કરતાં પાણીમાં અવાજ ૪ ગણી ઝડપથી અને નક્કર પદાર્થમાં ૧૦ ગણી ઝડપથી ચાલે છે.

બીજો અવાજ પછી જાય છે. પાણી મારફત જતો અવાજ પાણી સાથે કાન રાખવાથી સંભળાય છે. ચોમાસામાં હવા ભેજવાળી થતાં અવાજ વધુ સ્પષ્ટ સંભળાય છે.

*પડઘો:—અવાજનાં મોજાં સામસામે અથડાઇ બન્નેની ગતિ ફરી જાય છે ત્યારે અવાજ સંભળાતો નથી. એક તરફથી વધુ અવાજનાં વહેણ ચાલે તો સુર બેવડાયા કરે છે. અવાજને વહેતાં અટકાવ થાય તો તે પાછો વળે છે અને પાછો વળેલો અવાજ અવાજની પેઠે મગજને અસર કરે છે ત્યારે પડઘો થયો કહેવાય છે. આથી અવાજ પ્રથમ થાય છે અને પડઘો પછી સંભળાય છે. અવાજ પાછો વળે નહિ તો પડઘો થતો નથી.

ગરમી.

ગરમીનાં બીજાં નામ:—ગરમીનાં બીજાં નામ ઉષ્મા, ઉષ્ણતા, તાપ વગેરે છે.

ગરમી પદાર્થ નથી:—ટાઢો પદાર્થ ગરમ થતાં વજનમાં વધતો નથી અથવા ગરમ પદાર્થ ટાઢો થતાં વજનમાં ઘટતો નથી તેથી ગરમીમાં વજન નથી એમ સમજાય છે. ગરમી બીજા પદાર્થને ખસેડયા વગર સમાઇ જાય છે એટલે ગરમી અવકાશને રોકતી શકતી નથી. આ રીતે ગરમીમાં વજન નથી અને તે અવકાશ રોકતી નથી તેથી પદાર્થ નથી.

ગરમી શક્તિ છે:—ગરમીથી તાપ લાગે છે, બરફ તાપથી પીગળે છે, ગરમીથી પાણીની વરાળ થાય છે, ગરમીથી વાદળાં વિખરાઈ જાય છે. આમ ગરમીથી કાર્ય થાય છે તેથી તે શક્તિ કહેવાય છે.

ગરમીથી થતું કાર્ય:—ગરમી ૨ કાર્ય કરે છે (૧) ગરમી પદાર્થને ફૂલાવે છે; (૨) ગરમી પદાર્થનું રૂપાંતર કરે છે (રૂપ બદલી નાખે છે).

* પડઘાનું વિવેચન સૃષ્ટિશાસ્ત્ર ભા૦ ૧ લામાં આવી ગયું છે.

ગરમીની ઉત્પત્તિ.

ગરમી ઉત્પન્ન થવાની રીતઃ—પદાર્થનાં પરમાણુ ધ્રૂજવાથી કે પરમાણુની ધ્રૂજતી ગતિથી ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે. ઠંડા પદાર્થ દાબવાથી, ઘસવાથી, અફાળવા કે ઠોકવાથી પદાર્થનાં પરમાણુઓ ધ્રૂજવાથી ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે. પદાર્થને ગરમીમાં દાખલ કરવાથી પણ પરમાણુ ધ્રૂજી ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે. દાબવાથી, ઘસવાથી કે અફાળવાથી જે પરમાણુઓ ધ્રૂજે છે તે પાસેનાં પરમાણુઓને ધ્રૂજાવે છે અને એમ ધ્રૂજવાનાં મોજાં વહે છે. ગરમીમાં પદાર્થ મૂકતાં ગરમી એ જાતે ધ્રૂજતી અવસ્થા હોવાથી ધ્રૂજતાં પરમાણુ પદાર્થનાં પરમાણુઓને ધ્રૂજાવે છે, તે ધ્રૂજતાં પરમાણુ પછીનાંને ધ્રૂજાવે છે અને એમ ગરમીનો પ્રવાહ વહે છે. સુતાર સારડી ફેરવે છે ત્યારે દબાણ અને ઘસારાથી સારડી અને લાકડાનાં પરમાણુ ધ્રૂજી ઉઠી ગરમ થઇ જાય છે. વાયુનળીનું એક મુખ બંધ હોય અને તેમાં કોલસો નાખી ઉઘાડા મોં પર બરાબર બંધ બેસતો પીચકારીના જેવો દટ્ટો રાખી અંદર ઉતારીએ એટલે અંદરના પવનને બહાર નીકળવા રસ્તો હોતો નથી તેથી તે દબાય છે અને ધાડો થાય છે તેથી તેનાં પરમાણુ ધ્રૂજી ઉઠી ગરમ થઇ કોલસાને સળગાવે છે. ચકમકના પત્થરને ખરૂં લોઢું અફાળીને, બે સૂકા લાકડાના કડકા ઘસીને આજ રીતે દેવતા પાડી શકાય છે; કેમકે એથી પરમાણુઓ ધ્રૂજી ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે. જે પદાર્થનાં પરમાણુ જલદી ધ્રૂજી ઉઠે છે તે જલદી ગરમ થાય છે અને વધુ ગરમ થાય છે અને જે પદાર્થમાં પરમાણુઓ ધીમે ધ્રૂજે છે તે પદાર્થ ધીમા ગરમ થાય છે અને થોડા ગરમ થાય છે.

ઇથિરની સમજઃ—આ સૃષ્ટિ ઇથિરનો સમુદ્ર છે. આપણું સૂર્ય મંડળ કરોડો મૈલ વિસ્તારનું છે અને સૃષ્ટિમાં એવાં સૂર્ય મંડળ કરોડો છે. એ સર્વ ખાલી જગો ઇથિરથી ભરેલી છે. હવા, પાણી અને નક્કર પદાર્થનાં ગોળ પરમાણુઓ વચ્ચેની ખાલી જગો પણ ઇથિરથી ભરેલી છે. એટલે કે પૃથ્વી, પાણી, ચંદ્ર, સૂર્ય, તારા વગેરે સર્વ પદાર્થમાં ઇથિર રહેલો છે તેથી સૃષ્ટિના તમામ પદાર્થો ઇથિરરૂપી સમુદ્રમાં તરે છે એમ કહેવાય છે. ઇથિર અતિ પાતળો છે એટલે હવા કરતાં એક મહાપદ્મ ગણો પાતળો છે. એ વાયુ-

રૂપી પ્રવાહી અને સ્થિતિસ્થાપક છે. અતિ પાતળો હોવાથી ગ્રહોની ગતિમાં અટકાવ કરતો નથી તેમ વાયુની પેઠે એનાથી પદાર્થપર ઘર્ષણ થતું નથી. આ સૃષ્ટિ ઈથિરથીજ બને છે, વધે છે અને ટકે છે.

ઈથરનાં મોજાં:—કોઇ પદાર્થને દબાવાથી, ઠોકવાથી, ઘસવાથી કે તપાવવાથી તેનાં અસંખ્ય પરમાણુઓ ધ્રૂજી ઉઠે છે એટલે એ પરમાણુઓની અંદર રહેલાં ઈથિરનાં પરમાણુઓ પણ ધ્રૂજી ઉઠે છે અને ઈથિરનાં ધ્રૂજેલાં પરમાણુઓ નજીકનાં બીજાં ઈથિરનાં પરમાણુઓને ધ્રુજાવે છે તેથી ઈથિરનાં મોજાં શરૂ થાય છે. આ મોજાં પાણી કે હવાની પેઠે ચોતરફ વહે છે. ઈથિર અતિ પાતળો હોવાથી તેનાં મોજાંનો વેગ એક સેકન્ડમાં ૧૮૬૦૦૦ મૈલ હોય છે.

ઈથિરનાં મોજાંથી થતું કાર્યઃ—ઈથિરનાં મોજાં અતિ વેગે પ્રસરી એક પદાર્થમાં ઉત્પન્ન થયેલી ગરમીને બીજા પદાર્થ સુધી અતિ ઝડપથી પહોંચાડે છે. (ગરમી સાથે પ્રકાશને પણ ઈથિરનાં મોજાંજ પહોંચાડે છે). એક પદાર્થનાં પરમાણુ ધ્રૂજતાં તે પદાર્થ ગરમ થાય છે. એ ગરમાની અસર ઈથિરનાં મોજાં બીજા પદાર્થ સુધી પહોંચાડે છે એટલે બીજા પદાર્થનાં પરમાણુ ધ્રૂજવા લાગે છે તેથી તે પદાર્થ ગરમ થયેલો જણાય છે. ઘરમાં એક ખૂણા તરફ સળગતો દેવતા કે દીવો હોય તો તેની ગરમી ઈથિરનાં મોજાં મારફત આપણે દૂર બેઠેલા હોવા છતાં ત્યાં આવી શરીરને સ્પર્શે છે અને શરીરનાં પરમાણુ ધ્રૂજે છે એટલે ગરમી લાગ્યાની અસર થાય છે. આ રીતે આપણાં શરીરનાં પરમાણુ ધ્રૂજે છે તેને આપણે તાપ, ગરમી, ઉષ્ણતા, ઉષ્મા વગેરે નામથી ઓળખીએ છીએ. હરકોઈ પદાર્થ ગરમ છે કે નહિ તે ઈથિરનાં મોજાં વડે આપણે દૂરથી જાણી શકીએ છીએ. સૂર્યની ગરમી પણ દીવા કે દેવાતાની ગરમીની પેઠે ઈથિરનાં મોજાં મારફત પૃથ્વી પર આવે છે અને અને સ્પર્શ થતાં પદાર્થ કે શરીરનાં પરમાણુ ધ્રૂજી ગરમ થાય છે.

ગરમીનું ૧ લું કાર્ય–ગરમીથી પદાર્થનું પ્રસરણ–પદાર્થનું ફૂલણું:—
પદાર્થને દાબવાથી, ઠોકવાથી, અફાળવાથી કે તપાવવાથી તેનાં પરમાણુઓ ધ્રૂજી ઉઠે છે એટલે પરમાણુઓ વચ્ચેનું સંબંધાકર્ષણ ઘટે છે. સંબંધાકર્ષણ

ઘટતાં પરમાણુ વચ્ચેની ખાલી જગો વધે છે અને પરમાણુ દૂર દૂર રહે છે તેથી પદાર્થનું કદ-પરિમાણુ-માપ મોટું થાય છે એટલે પદાર્થ ફૂલ્યો કહેવાય છે.

ગરમીથી ઘન પદાર્થનું ફૂલવુંઃ—ધાતુનો ગોળો ઠંડો હોય ત્યારે કડીમાં પેસ નીકળ થતો હોય છતાં તેજ ગોળાને ગરમ કરીએ છીએ ત્યારે તેજ કડીમાં ઉતરી શકતો નથી પણ કડી ઉપર ઝીલાઇ રહે છે. વળી એ ગોળો ઠંડો થાય છે ત્યારે પાછો ઉતરે છે. પૈંડાંપર લોઢાની વાટ ચઢાવવી હોય છે ત્યારે પૈંડાના પરિઘ કરતાં વાટ જરા નાની રાખવામાં આવે છે. નાની વાટ ગરમ કરતાં ફૂલી પહોળી થાય છે તેથી પૈંડાના પરિઘ ઉપર ચઢી શકે છે. આમ ચઢાવેલી વાટ ઠંડા પાણીથી ગરમી દૂર થતાં સંકોચાય છે તેથી પૈંડા ઉપર સજ્જડ ચોંટી જાય છે. ઉનાળામાં તપેલા રેતમાં પૈંડાં ચાલે છે ત્યારે રેતની ગરમીના સ્પર્શથી લોઢાની વાટ ગરમ થતાં ફૂલે છે એટલે પૈંડા ઉપરથી વાટ ઉતરી જાય છે, પણ વાટ ઉપર ઠંડું પાણી રેડતાં ગરમી નીકળી જઇ સંકોચાય છે એટલે વળી બેસી જાય છે. રેલ્વેના લોઢાના પાટા ઉનાળાની ગરમી અને આગગાડીના દબાણ અને ઘસારાથી ગરમ થતાં ફૂલે છે તેથી લાંબા થાય છે. બે પાટાના સાંધા સાથે જડેલા હોય તો બેતરફથી વધતા પાટાના છેડા એક બીજાને સામસામા ધકેલે તેથી બન્ને પાટા ઉંચા થઇ જાય અને એ રીતે વારંવાર પાટા જૂદા થઇ જાય. આમ પાટા જૂદા પડ્યા ન કરે તે માટે બે પાટાના છેડા વચ્ચે ખાલી જગો રાખવામાં આવે છે તેથી પાટા વધતાં છતાં બે છેડા ભેગા થઇ શકતા નથી. કાચના શીશાના મુખમાં કાચનો દટ્ટો સજ્જડ બેસી જાય છે ત્યારે શીશાને મુખ સુધી ભરેલા ગરમ પાણીમાં મૂકી ગરમ કરવામાં આવે છે એટલે શીશાનું મુખ ગરમ થતાં પહોળું થાય છે, દટ્ટો ગરમ થતો નથી તેથી ફૂલતો નથી એટલે નીકળી શકે છે. આજ રીતે સંબંધાકર્ષણ નરમ પાડવાને ધાતુઓ કાપવી કે વાળવી હોય છે ત્યારે ગરમી આપી ગરમ કરી કાપવામાં કે વાળવામાં આવે છે. આ રીતે ગરમીથી ઘન-નક્કર પદાર્થ ફૂલે છે એમ સાબીત થાય છે.

ગરમીથી પ્રવાહી પદાર્થનું ફૂલવુંઃ—ઘન પદાર્થની પેઠે પ્રવાહી પદા-

થેના પરમાણુઓમાં ગરમીથી સંબંધાકર્ષણ ઘટે છે અને ઉલટી પ્રતિસારક શક્તિ વધે છે તેથી ગરમીથી પ્રવાહી પદાર્થ પણ ફૂલે છે. તપેલીમાં પાણી ભરી ગરમ કરતાં ફૂલી ઉભરાઇ જાય છે. દૂધ ગરમ થતાં ઉભરો આવે છે અને ઠંડુ પાણી રેડી ગરમી કમી કરતાં ઉભરો સમાઇ જાય છે. દૂધને હલાવાથી ગરમી વરાળ સાથે ઉડી જઇ કમી થતાં પણ ઉભરો નરમ પડે છે. આ રીતે તમામ પ્રવાહી પદાર્થ ગરમીથી ફૂલે છે.

ગરમીથી વાયુરૂપ પદાર્થનું ફૂલવું:—હુક્કામાં હવા ભરી મુખ બંધ કરી તપાવવાથી ફૂલે છે એથી સાબીત થાય છે કે ગરમીથી હવા—વાયુરૂપ પદાર્થ ફૂલે છે.

ગરમીથી પદાર્થ ફૂલવાનું કારણ:—ગરમીથી પદાર્થના પરમાણુઓમાં ધ્રૂજતી ગતિ ઉત્પન્ન થાય છે તેથી પરમાણુઓ વચ્ચેની જગોનું અંતર વધે છે. પરમાણુઓ વચ્ચેનું અંતર વધતાં પદાર્થ ચોતરફ વધે છે. ગરમી નીકળી જતાં અણુઓ મૂળ જગોએ ગોઠવાય છે તેથી તેમની વચ્ચેનું અંતર ઘટે છે તેથી પદાર્થ ઠંડો પડતાં કદ ઘટે છે. એકદમ વધુ ગરમી મળતાં પરમાણુઓ અવ્યવસ્થિત થઇ જાય છે ત્યારે પદાર્થ તૂટી જાય છે અને ઘણો ગરમ થયેલો પદાર્થ એકદમ ઠંડો પડતાં પરમાણુ અવ્યવસ્થિતપણે ગોઠવાઇ જાય છે ત્યારે પદાર્થ તૂટી જાય છે કે બરડ થઇ જાય છે.

ગરમીથી પદાર્થના ફૂલવામાં અપવાદ:—રબર, લાકડું, કાગળ, માટી, ભીનું કપડું વગેરે પદાર્થ ગરમીથી ફૂલવાને બદલે ઉલટા સંકોચાય છે. પાણીમાંથી ગરમી નીકળી જતાં બરફ બંધાય છે ત્યારે પાણી કરતાં બરફનું કદ મોટું થાય છે. કાગળ ગરમીથી કરચલી વળી જઇ નાનો થાય છે. પાટીઆંના મેડા પર પાણી પડતાં ઠંડીથી ફૂલી ઉપડી જાય છે.

ગરમીથી પદાર્થ ફૂલવામાં અપવાદનો વ્યવહારમાં થતો ઉપયોગ:—પીપ, વહાણ કે હોડી બનાવાને વાળેલાં પાટીઆંની જરૂર પડે છે **તેથી સીધાં પાટીઆંને વચમાં ગરમી આપે છે તેથી સંકોચાઇ વાંકા વળે છે. વાંકાં લાકડાં ગરમીથી સંકોચાવી સીધાં કરવામાં આવે છે. ગરમીથી લાકડું સંકોચાય છે તેથી ઉનાળાના સંકોચાયેલા લાકડાના બેસાડેલા સાંધા**

ચોમાસામાં લાકડું ફૂલતાં બરાબર સજ્જડ થઇ જાય છે પણ, ચોમાસાના ફૂલેલા લાકડાના સાંધા ઉનાળામાં લાકડું સંકોચાતાં ઢીલા થઇ જાય છે. પાણીના બહારના ઉઘાડા નળ શિયાળામાં પાણીનું બરફ થતાં તૂટી જાય છે પણ પાણીને ઠંડી ન લાગે તેવી તજવીજ કરે છે તેથી બચાવ થાય છે. કઠણ ખડકોની ફાડમાં ચોમાસાનું પાણી ભરાઇ રહી શિયાળામાં જામી બરફ બને છે ત્યારે ફૂલી ખડકની વિકાસને વધુ પહોળી કરે છે અને એમ બનતાં બનતાં ખડકો તૂટી જાય છે.

ગરમીથી પદાર્થના પ્રસરણનું પ્રમાણ:—જૂદા જૂદા ઘન પદાર્થ સરખી ગરમીથી વત્તા ઓછા પ્રસરણ પામે છે અને ગરમ પણ વત્તા ઓછા થાય છે. ધાતુઓ સુદ્ધાં વત્તી ઓછી પ્રસરણ પામે છે તેથી દેશમાં માપના ગજ એકજ ધાતુના રાખવા પડે છે. જૂદી જૂદી ધાતુના ગજ રાખતાં એકજ ઋતુમાં વત્તા ઓછા ફૂલવાથી સહેજ લાંબા ટુંકા થાય છે.

ગરમીથી થતુ બીજું કાર્ય-ગરમીથી પદાર્થનું રૂપાંતર થાય છે:—રૂપાંતર થવું=રૂપ બદલવું. પતાસુ, ગંધક, મીઠું, સોનું, લોઢું, કલાઇ વગેરે ઘન પદાર્થને ગરમ કરતાં પાણીરૂપ ધારણ કરે છે. પાણીરૂપી પદાર્થને ગરમ કરતાં વરાળ—વાયુરૂપ ધારણ કરે છે. વાયુરૂપી પદાર્થ ગરમી ઘટતાં પ્રવાહીરૂપ ધારણ કરે છે અને પ્રવાહી પદાર્થ વધુ ઠંડા થતાં નક્કર રૂપ ધારણ કરે છે. કપુરને ગરમ કરતાં પ્રવાહી રૂપ ધારણ કરતાની સાથેજ વાયુ રૂપ ધારણ કરે છે તેથી રસ થયા વગર ધૂમાડો થઇ ઉડી જતું દેખાય છે. લાકડાં વગેરે ગરમીથી પ્રવાહી રૂપ ધારણ કરતાં નથી પણ બળી જતાં રૂપ બદલાઇ જાય છે. પ્રાણીઓનાં શરીર, વાળ, ચામડાં વગેરે ગરમીથી બળી જતાં કેટલાક રસનો વાયુ આકાર થઇ હવામાં ભળી જાય છે અને બીજા ભાગો બળી રક્ષા બને છે એટલે નક્કર રૂપ બને છે પણ રૂપ બદલાઇ જાય છે. ઘી ગરમ થતાં વરાળ રૂપ ધારણ કરે છે અને વધુ ઠંડું થતાં નક્કર રૂપ ધારણ કરે છે. પાણી પણ ત્રણે રૂપ ગરમી કે ઠંડીથી ધારણ કરે છે. આ રીતે ગરમીથી પદાર્થ માત્રનું રૂપ બદલાઈ જાય છે.

ગરમીથી પદાર્થનું રૂપાંતર થવાનું કારણ:—પદાર્થ ગરમ થતાં સ્નેહા-

કર્ષણુ બળ ઘટતું જાય છે અને પ્રતિસારક બળ વધતું જાય છે. સ્નેહાકર્ષણુ બળ ઘટી જાઇ તેટલુંજ પ્રતિસારક બળ થાય એટલે નક્કર પદાર્થ પ્રવાહીરૂપ ધારણુ કરે છે. જે પદાર્થમાં સ્નેહાકર્ષણુ બળ વધુ હોય છે તેને પ્રવાહીરૂપ આપવાને વધુ ગરમી આપવી પડે છે. પ્રવાહીરૂપમાં પણુ થોડું સ્નેહાકર્ષણુ બળ હોય છે તેથી ગરમી આપતાં એ બળ દબાઇ જાય છે અને પ્રતિસારક બળ વધારે વધે છે એટલે પ્રવાહી પદાર્થ વાયુરૂપ ધારણુ કરે છે. ગરમી નીકળી જવાથી વાયુરૂપ પદાર્થનું પ્રતિસારક બળ ઘટે છે અને સ્નેહાકર્ષણુ બળ દાખલ થાય છે તેથી પ્રવાહીરૂપ ધારણુ કરે છે. પ્રવાહી પદાર્થમાંથી ગરમી કમી થતાં પ્રતિસારક બળ નીકળી જાય છે અને સ્નેહાકર્ષણુ બળ વધે છે તેથી નક્કર રૂપ ધારણુ કરે છે. બરફ થતાં સ્નેહાકર્ષણુ વધવાને બદલે ઘટે છે તેથી પાણી કરતાં હલકું બને છે અને પાણી ઉપર તર્યા કરે છે. આ કારણથી ઠંડા દરિઆમાં ઉપર બરફ જામે છે તોપણુ નીચે પાણીમાં પ્રાણીઓ જીવી શકે છે. વધતી ઓછી ગરમીથી જૂદા જૂદા પદાર્થો ગળતા નહોત તો પાણીની ગરમીથી પૃથ્વી ગળી જાત અને વાયુ વગેરે ગળી જતાં સૃષ્ટિ માત્ર દ્રવરૂપ બની જાત.

ગરમીનાં કિરણ:—પ્રકાશનાં કિરણુ પાણી, કાચ વગેરે પારદર્શક પદાર્થમાં થઇ આરપાર નીકળી જાય છે. પદાર્થ વધુ પારદર્શક હોય તો વધુ કિરણો પ્રવેશે છે અને કમી પારદર્શક હોય તો કમી પ્રવેશે છે એટલે ગરમીનાં કિરણુ જૂદા જૂદા પદાર્થમાં વત્તાં ઓછાં પ્રવેશે છે તેમજ જે પદાર્થનાં ગરમીનાં કિરણુ હોય તે પદાર્થ ઉપર પણુ આધાર રહે છે એટલે સૂર્યનાં પ્રખર ગરમ કિરણુ જૂદા જૂદા રંગના કાચની બારીમાંથી સહજ પ્રવેશી શકે છે પણુ દીવાની ગરમીનાં કિરણુ રંગિત કાચની પાર પૂરતાં નીકળી શકતાં નથી. સૂર્યનાં કિરણુ કાચ ઉપર સીધાં પડે છે તેથી સહજ પ્રવેશી શકે છે. બારીના કાચમાં થઇ ઓરડામાં પડેલાં કિરણુ જમીન ઉપર પડે છે અને જમીનપરથી પાછાં વળે છે પણુ આ પાછાં વળેલાં કિરણુ હવે સૂર્યના જેવાં રહેતા નથી પણુ જમીનનાં ગરમ કિરણુ થઇ જાય છે તેથી દિવાનાં ગરમ કિરણોની પેઠે આ પાછાં વળેલાં કિરણુ કાચમાં પ્રવેશી શકતાં નથી તેથી ગરમી

બહાર નીકળી શકતી નથી. ગરમીનાં કિરણુ ઓરડામાંજ સમાઈ જાય છે તેથી ઓરડો ગરમ રહે છે.

ગરમીનાં કિરણોનો વ્યવહારમાં ઉપયોગઃ—રંગિત કાચમાં ગરમીનાં કિરણુ પુરતાં પ્રવેશી શકતાં નથી તેથી પ્રકાશ માટે રંગિત કાચની બારીઓ રાખવામાં આવે છે. આવી બારીઓથી અંદર પ્રકાશ મળે છે અને ઘર ઠંડું રહે છે. કાચની રંગિત ચીમનીઓ વાપરવાથી દિવાની ગરમી કમી લાગે છે. ઘરમાં ભેજ રહેતો હોય તો સફેદ કાચની બારીઓ રાખવાથી અંદર ગરમીનાં કિરણુ પેસે છે પણ બહાર નીકળતાં નથી તેથી ગરમી વધે છે અને ભેજ નાશ પામે છે. ઠંડા મુલકોમાં ઠંડી ઋતુમાં ગરમ દેશના ઉપયોગી છોડ ઉછેરવાને કાચનાં ઘર કરવાં પડે છે; કેમકે કાચનાં ઘરથી અંદર ગરમી વધે છે.

ગરમીની ગતિ.

ગરમી એક પદાર્થમાંથી બીજા પદાર્થમાં વહે છેઃ—ઉષ્ણુતાના જથામાં અને ઉષ્ણુતાની પદાર્થ ઉપર થતી અસરમાં ફેર છે. પાણીમાં હાથ બોળાય તેટલું ગરમ કરીએ અને તેટલીજ ગરમી ધાતુના સળીઆમાં દાખલ કરીએ તો પાણીમાં હાથ બોળાય છે પણ સળીઓ હાથમાં પકડી શકાય નહિ તેટલો ગરમ થઇ જાય છે. અહીં પાણી અને સળીઆને સરખી ગરમી આપી છે એટલે બન્નેમાં ઉષ્ણુતાનો જથો સરખો છે પણ ઉષ્ણુતાનું માપ સરખું નથી. પાણીનું ઉષ્ણુમાન કમી છે અને સળીઆનું ઉષ્ણુમાન વધુ છે એટલે ઉષ્ણુતાની અસર જાદી જૂદી થઇ છે. આ વધુ ગરમ સળીઆને આ થોડા ગરમ પાણીમાં બોળીએ એટલે સળીઆની વધુ ગરમી પાણીમાં જશે અને બન્નેનું ઉષ્ણુમાન સરખું થશે. અહીં ગરમ સળીઆમાંથી વધારાની ગરમી પાણીમાં ગઇ અને બન્ને સરખાં ગરમ રહ્યાં. આજ રીતે વધુ ઉષ્ણુ-માનવાળો પદાર્થ ઓછા ઉષ્ણુમાનવાળા પદાર્થ સાથે જોડાતાં બન્નેનું ઉષ્ણુ-માન સરખું થાય છે.

ગરમીની ગતિના પ્રકારઃ—ગરમી ૩ રીતે વહે છે. (૧) ઇથરના

મોજાં મારફત ગરમી વહે છે; (૨) સંસર્ગથી ગરમી વહે છે; (૩) અણુના ભ્રમણથી ગરમી વહે છે.

ઇથિરનાં મોજાં મારફત વહેતી ગરમી:—સૂર્યની ગરમીથી પૃથ્વીપરના પદાર્થો તપી ઉઠે છે. સૂર્ય અને પૃથ્વીનો સંસર્ગ–મેળાપ નથી થતાં પણ એમ તપી ઉઠે છે. દીવો કે દેવતા સળગાવતાં બધો ઓરડો ગરમ થઇ જાય છે. દીવાથી કે સગડીથી આપણે દૂર બેઠા હોઇએ છતાં આપણને ગરમી લાગે છે એ સર્વ ઇથિરનાં મોજાં મારફત વહેતી ગરમી છે જે ગરમીનાં કિરણ કહેવાય છે. હવાથી ગરમી દૂર બાજુ ઉપર જતી નથી; કેમકે ગરમીથી અણુઓ પ્રસરતાં હવા હલકી થાય છે તેથી બાજુ ઉપર વહેવાને બદલે ઉંચી ચઢી જાય છે. સૂર્ય અને બીજા ગરમ પદાર્થનાં પરમાણુઓ ધ્રૂજતાં હોય છે. આ ધ્રૂજતાં પરમાણુઓ પદાર્થમાં સમાયેલા ઇથિરનાં પરમાણુઓને ધ્રૂજાવે છે, એ ઇથિરનાં ધ્રૂજતાં પરમાણુ પાસેનાં બીજાં પરમાણુઓ ધ્રૂજાવી ઇથરનાં મોજાં ચાલુ કરે છે તેથી ગરમ પદાર્થમાંથી બીજા ઠંડા પદાર્થ સુધી મોજું પહોંચતાં ઠંડો પદાર્થ ધ્રૂજે છે તેથી તે ગરમ થાય છે. સૂર્યમાંથી, દીવામાંથી, સઘડી કે ચૂલાના દેવતામાંથી આ રીતે ગરમીનાં કિરણ ફેલાઇ બીજા પદાર્થોને ગરમ કરે છે

સંસર્ગથી વહેતી ગરમી:—સંસર્ગ–મેળાપથી લોઢાના સળીઆનો દેવતામાં મૂકેલો છેડો પ્રથમ ગરમ થાય છે, પછી ધીમે ધીમે ભઠ્ઠીની બહાર રહેલો સળીઓ પણ ગરમ થાય છે. આ ગરમ સળીઆને અડીને બીજો સળીઓ મૂકીએ તો તે ગરમ થાય છે અને આપણું શરીર અડે તો શરીર ગરમ થઇ જાય છે. દાળમાં વઘાર કરવાને ધગધગતી કડછી બોળવામાં આવે છે ત્યારે કડછીની વધુ ગરમી દાળમાં જાય છે અને બન્નેની ગરમી સરખી થાય છે. અહીં પદાર્થનાં જે પરમાણુઓ પ્રથમ ધ્રૂજે છે તે સંસર્ગ વાળા પદાર્થનાં પરમાણુઓને ધ્રૂજાવે છે અને એ રીતે સંસર્ગથી ગરમી વહે છે.

અણુના ભ્રમણથી વહેતી ગરમી:—ચૂલા ઉપર પાણીની તપેલી મૂકતાં ગરમીના સ્પર્શથી તપેલીનું તળિઉં ગરમ થાય છે. ગરમ તળિઆના સંસર્ગથી તળિયા સાથેના પાણીનાં અણુઓ ગરમ થાય છે તેથી

તે ફૂલી હલકાં થાય છે. હલકાં અણુ મધ્ય ભાગે ઉંચાં ચઢવા માંડે છે અને નીચે બાજુ પરથી ઠંડાં અણુઓ તળિએ આવે છે. તે વળી નરમ થઇ ઉપર ચઢે છે અને બીજાં નીચે આવે છે. આ અણુઓ ઉપર ચઢતાં ઠંડાં અણુઓના સંસર્ગમાં આવે છે તેથી ઠંડાં અણુ થેાડાં ગરમ થાય છે અને ગરમ અણુઓ થેાડાં ઠંડાં પડે છે અને બન્ને સરખાં ગરમ થાય છે, આ રીતે અણુઓ ભમી સંસર્ગથી એક બીજાને ગરમ કરે છે તેથી આ ગરમી વહેવાની ભ્રમણ ક્રિયા કહેવાય છે. લાકડાનેા વ્હેર કે રંગની ગાંગડી ઉકળતા પાણીમાં નાખવાથી આ ક્રિયા બરાબર સમજાય છે.

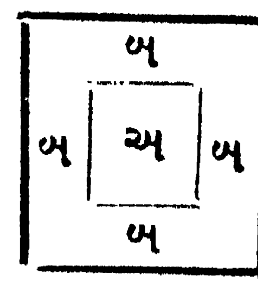
વાયુ રૂપી પદાર્થની ભ્રમણક્રિયા પણ પ્રવાહી પદાર્થની પેઠેજ થાય છે. ધગધગતા ગેાળાને, બળતા ચૂલાને કે દીવાને લાગેલી હવા ગરમ થઈ ફૂલી હલકી થાય છે એટલે ઉંચી ચઢે છે અને તેની જગેાએ ઠંડી હવા બાજુએથી વહી આવે છે. સૂર્યની ગરમીથી જમીન તપી ઉઠે છે ત્યારે જમીનને લાગેલી હવા ગરમ થઇ હલકી થતાં ઉંચી ચઢી જાય છે અને બાજુની ઠંડી હવા નીચે ઉતરી આવે છે. તે વળી ગરમ થતાં ઉંચે ચઢે છે અને બીજી નવીન વહી આવે છે. આ રીતે વાયુ રૂપી પદાર્થની ભ્રમણક્રિયા ચાલે છે. ગરમ હવા આવી રીતે ઉંચે ચઢે છે તેથી ધૂમાડીઆં અને બગડેલી હલકી હવા નીકળી જવાનાં જાળીઆં ઉંચાં રાખવામાં આવે છે તેમજ ધૂમાડીઆંની પેઠે મીલની ચીમનીઓ પણ ઉંચી રાખવામાં આવે છે.

ગરમીના શીઘ્રવાહક અને મંદવાહક પદાર્થો:—જૂદી જૂદી ધાતુના સરખા સળીઆ એક છેડે સરખા ગરમ કરતાં છતાં બીજે છેડે સાથે ગરમી પહેાંચી જતી નથી. આવા સળીઆ ચેાખંડી પેટીમાં જડી અરધા અંદર અને અર્ધા બહાર રાખીએ, બહારના છેડા ઉપર મીણ ચેાપડીએ અને પેટીમાં સળીઆ ડુબે એટલું ગરમ પાણી ભરીએ તેા ગરમ પાણીના સંસર્ગથી બધા સળીઆ ગરમ થાય છે પણ બહારના છેડાનું મીણ આગળ પાછળ પીગળે છે. જે છેડે વહેલી ગરમી પહેાંચે છે તે સળીઓ વધુ શીઘ્રવાહક કહેવાય છે.

દેવતામાં ધાતુનેા સળીઓ તરત ગરમ થઇ બીજે છેડે ગરમી પહેાંચી જાય

છે પણ લાકડું એક છેડે બળતું હોય છે છતાં બીજે છેડે ઠંડું રહે છે તેથા ધાતુ ગરમીનો શીઘ્રવાહક અને લાકડું ગરમીનો મંદવાહક પદાર્થ કહેવાય છે. શીઘ્રવાહક=જલદી લઇ જનાર. મંદવાહક=ધીમે લઇ જનાર. ધાતુ, પથરા, છો, મેસ–કાજળ, કાળો રંગ વગેરે ગરમીના શીઘ્રવાહક પદાર્થ છે. કાચ, કાગળ, હાથીદાંત, સફેદવસ્ત્ર, રૂ, ક્ષાર, પાણી, હવા, માટી, ગંધક, પીછાં, વનસ્પતિના રેસા–ઘાસ, ઉન વગેરે ગરમીના મંદવાહક પદાર્થ છે.

મંદવાહક અને શીઘ્રવાહક ગુણનો વ્યવહારમાં ઉપયોગઃ—કાચ મંદવાહક હોવાથી ચીમની જ્યોત પાસે ઝટ ગરમ થાય છે અને ઉપર સુધી ગરમ થતાં વાર લાગે છે તેથી એકદમ બત્તી વધુ કરતાં ચીમની તૂટી જાય છે તેથી ધીમે ધીમે વધારવામાં આવે છે. પાણી મંદવાહક છે તેથી ઉપરથી તપાવતાં નીચે ગરમ થતું નથી માટે નીચેથી તપાવી ભ્રમણક્રિયા કરાવી ગરમ કરવામાં આવે છે. હવા મંદવાહક છે તેથી એક ઘરની અંદર બીજું ઘર કરી વચમાં હવાની જગો રાખી અંદરના ઘરમાં કારખાનામાં બરફ રાખવામાં અને બનાવવામાં આવે છે તેથી બહારની ભીંતો તપતાં છતાં અંદર ઠંડક રહે છે. પાસે **બ** હવા માટે રાખેલો ભાગ છે અને **અ** ઠંડો ભાગ બનાવ્યો છે.



પ્રવાહી તેલો મંદવાહક હોવાથી વાળ ઉપર ઘસવાથી બહારની ગરમી અંદર માથામાં પેસતી અટકે છે. લાકડાં મંદવાહક છે તેથી તેના વ્હેર વડે બરફ બાંધતાં બહારની ગરમી લાગતી અટકે છે. શિયાળામાં ઠંડા મુલકના નળમાં પાણી ઠરી બરફ થઇ નળીઓ તૂટી ન જાય માટે ઉપર મંદવાહક ઘાસ કે રેસાનાં બંધન બાંધે છે.

પત્થર, છો ગરમીના શીઘ્રવાહક પદાર્થ છે તેથી એના મેડા બનાવતાં શરીરની ગરમી સંસર્ગથી તેમાં જલદી જતી રહે છે અને શરીર ઠંડું પડી શરદી થાય છે. પણ માટી, લાકડાનાં પાટીઆં મંદવાહક પદાર્થ હોવાથી પગમાંથી ગરમી નીકળી જતી નથી તેથી ભોંય તળીઆં, મેડાની જમીન પત્થર કે છોની સારી ગણાતી નથી પણ માટી કે પાટીઆંની સારી ગણાય છે. કાળો રંગ ગરમી શોષક છે તેથી કાળા રંગનાં કપડાં ઉનાળામાં પહે-

રવાં સારાં નથી; કેમકે બહારની ગરમી પોતે ગરમ થઇ શરીરને જોઇએ તે કરતાં વધુ ગરમ કરી નાખે છે. ધોળાં વસ્ત્ર મંદવાહક છે તેમ ધોળો રંગ ગરમીને પાછી વાળે છે તેથી ઉનાળામાં સારાં છે, પણ શિયાળામાં સારાં નથી. ધોળા રંગથી ગરમી પાછી વળતી હોવાથી ઉનાળામાં ઘર અંદરથી ઠંડું રાખવાને બહાર ધોળવામાં આવે છે. કાળો રંગ અગ્નિશોષક હોવાથી તપેલીનાં તળીઆં કાળાં રાખતાં જલદી ગરમ થાય છે અને આંખમાં કાજળ આંજતાં અંદરની ગરમીને પોતે ખેંચી લે છે તેથી આંખ ઠંડી પડે છે. કોરા કાળાવાળ બહારની ગરમીને પોતે અગ્નિશોષક હોવાથી માથામાં દાખલ કરે છે તેથી માથું ગરમ થઇ જાય છે. ગરમ કપડાં અતિ મંદવાહક હોવાથી શિયાળામાં બહારની ઠંડક સાથે અંદરના શરીરનો સંસર્ગ થતો અટકે છે અને શરીરની ઉષ્ણતા બહાર હવામાં ભળી જતી અટકે છે તેથી હુંફવળી શરીર ગરમ થાય છે. આ કપડાં જાતે ગરમ નથી પણ શરીરની ગરમી સાચવે છે તેથી ગરમ કહેવાય છે.

ગુપ્ત ગરમી.

પદાર્થનું પીગળવાનું બિંદુ:—ઘણા ઘન પદાર્થ ગરમીથી ફૂલી કદમાં વધે છે અને ઘણી ગરમીથી પીગળી જાય છે. પીગળવાને અમુક માપની ગરમી જોઇએ છે. એ માપ કરતાં કમી ગરમીથી તે પદાર્થ પીગળતો નથી. ઠંડા પાણીની ગરમીથી ખાંડની ગાંગડી ઓગળી જાય છે પણ તેમાં ગંધક ઓગળતો નથી; કેમકે ગંધકને તેના કરતાં વધુ ગરમીની જરૂર છે અને તેથી તે દેવતા ઉપર મૂકતાં પીગળી જાય છે. આ રીતે જૂદા જૂદા પદાર્થ જૂદા જૂદા ઉષ્ણમાને પીગળે છે. જે પદાર્થમાં સંબંધાકર્ષણ વધુ હોય છે તે વિશેષ ઉષ્ણમાને પીગળે છે અને જેમ સંબંધાકર્ષણ કમી થતું જાય છે તેમ પીગળવાને ઉષ્ણમાન કમી જોઇએ છે. આ પ્રમાણે પદાર્થ પીગળવાને જે ઉષ્ણમાન—ઉષ્ણતાનું માપ જોઇએ છે તે **પદાર્થનું પીગળવાનું બિન્દુ** કહેવાય છે. (એનાં બીજાં નામ દ્રાવક બિન્દુ (દ્રવ—રસ કરનાર બિન્દુ)—દ્રાવણ બિન્દુ, વિલયન બિન્દુ છે). સેન્ટીગ્રેડ ઉષ્ણતામાપક યંત્રના

૦° એ બરફ પીગળે છે, સીસું ૩૨૬° એ પીગળે છે, રૂપું ૯૪૫° એ પીગળે છે. અને સોનું ૧૦૩૫° એ પીગળે છે. વળી શિયાળા કરતાં ઉનાળામાં પદાર્થમાં સંસર્ગથી વધુ ગરમી સમાયેલી હોય છે તેથી તે વખતે તેટલી કમી ગરમીથી પદાર્થ પીગળે છે. પીગળવાનો પદાર્થ જે વાસણમાં મૂકીએ તે વાસણ સફાઇદાર અને શીઘ્રવાહક હોય છે તો વહેલો પીગળે છે પણ મંદવાહક વાસણ હોય તો પીગળવાને વધુ ઉષ્ણમાન જોઇએ છે.

પ્રવાહી પદાર્થની ગુપ્ત ઉષ્ણતાઃ—ઘન પદાર્થને પ્રવાહી રૂપ આપવાને જે ઉષ્ણતા વપરાઇ જાય છે તે પ્રવાહી પદાર્થની ગુપ્ત ઉષ્ણતા કહેવાય છે. એનાં બીજાં નામ છુપી ઉષ્ણતા, અંતર્હિત ઉષ્ણતા (અંદર સમાઇ ગયેલી ઉષ્ણતા) છે. બરફની ગરમી ૦° છે; કેમકે તેમાં સેન્ટીગ્રેડ ઉષ્ણતામાપક યંત્ર મૂકતાં પારો ૦° ઉપરજ સ્થિર રહે છે. એક પ્યાલામાં બરફ નાખી દેવતા ઉપર ગોઠવીએ અને પ્યાલામાં સેન્ટીગ્રેડ ઉષ્ણતામાપક યંત્ર મૂકીએ તો બરફ પીગળવા માંડે છે પણ પારો જ્યાંને ત્યાં સ્થિર રહે છે. નીચે દેવતા રાખી આપેલી ગરમી પીગળેલા પાણીમાં રહેતી નથી પણ બાકી રહેલી બરફની ગાંગડીઓ પીગાળવામાં વપરાઇ જાય છે તેથી પાણીની ગરમી ૦° જ રહે છે. જ્યારે તમામ બરફની કણીઓ પીગળી જાય છે ત્યારે ૦° નું પાણી થાય છે અને તરત ૮૦° ઉષ્ણતામાનવાળું થઇ જાય છે. આથી ટંડા જણાતા પાણીનું ઉષ્ણમાન ૮૦° ગણાય છે એટલે તેમાં ૮૦° ઉષ્ણમાન રહેલું છે. ટંડા પાણીમાં સેન્ટીગ્રેડ ઉષ્ણતામાપક યંત્ર મૂકીએ તો પારો ૮૦° એ સ્થિર થાય છે, મીણ અને ઠરેલા કોકમના તેલથી પણ આ પ્રમાણે ગુપ્ત ગરમી સમજી શકાય છે. માત્ર તેમની ગુપ્ત ગરમી ૮૦° નહિ પણ જૂદી જૂદી હોય છે. કેમકે દરેક પદાર્થના પીગળવાના અંશ જૂદા જૂદા હોય છે. આ પ્રમાણે ઘન પદાર્થના રજકણોને છૂટા પાડી પ્રવાહી રૂપ બનાવતાં જે ગરમી વપરાય જાય છે અને જે ઉષ્ણતામાપકયંત્ર ઉપર અસર કરતી નથી તે પ્રવાહી પદાર્થની ગુપ્ત ઉષ્ણતા કહેવાય છે.

પ્રવાહી ઘી, તેલ, મીણ, મધ, દૂધ, છાશ, રસ, તાડી વગેરે ટંડા પદાર્થમાં ગુપ્ત ઉષ્ણતા સમાયેલી છે. પાણીમાં મીઠું, ખાંડ કે માટી ઓગળી જાય

છે. કોઈ પણ પદાર્થ ગરમી વગર પીગળતો–ઓગળતો નથી છતાં ઉપર પ્રમાણે પાણીમાં ઓગળે છે. એ ઓગાળનાર ગુપ્ત ગરમી છે. આ પ્રમાણે ઠંડા પાણીમાં પદાર્થ ઓગળતાં મિશ્રણ વધુ ઠંડું થાય છે અને તેથી સરબત વગેરે પીવાના પદાર્થો વધુ ઠંડા લાગે છે. પાણીમાં ૮૦° ગુપ્ત ગરમી છે. ૮૦° કરતાં વધુ ઉષ્ણતામાને જે પદાર્થ પીગળતા હોય તે પાણીમાં પીગળે નહિ. પાણીના જથા કરતાં ખાંડ વધુ હોય તો થોડી ખાંડ ઓગળવામાં પાણીની ગુપ્ત ગરમી વપરાઈ જાય અને પછી ગરમી નહિ રહેવાથી બાકીની ખાંડ ઓગળ્યા વગર પડી રહે છે.

ગુપ્ત ગરમી નીકળી જતાં પ્રવાહી પદાર્થ ઘનરૂપ થાય છે:—પાણીની ૮૦° ગરમી નીકળી જતાં બરફ થઈ જાય છે; એજ રીતે ઘી, કોકમ, તેલ, મીણ, મધ વગેરે પ્રવાહી પદાર્થ પોતામાંની ગુપ્ત ગરમી નીકળી જતાં ઘનરૂપ બની જાય છે. દૂધની ગરમી બરફના સંસર્ગથી નીકળી જતાં આઇસક્રીમ બની જાય છે. બરફ, કરા, યખ, વાદળાં એ પાણીથી છુપી ગરમી કમી થયાના પ્રમાણમાં જૂદુ જૂદુ ઘનરૂપ ધારણ કરે છે. ઠંડક ચાલુ રાખવા આઈસક્રીમ બનાવતાં બરફમાં મીઠું ભેળવવામાં આવે છે. દૂધની ગરમી બરફમાં જાય છે અને બરફની ઠંડી દૂધમાં જાય છે અને બન્ને સરખાં થાય છે. બરફ ગરમીથી પીગળી જતાં આઇસક્રીમ સારૂં ઠરે નહિ પણ બરફમાં આવેલી ગરમી મીઠું પીગાળવામાં વપરાઈ જાય છે એટલે બરફ ઠંડોજ રહે છે. માખણમાં મીઠું ભેળવવાથી માખણની ગુપ્ત ગરમી મીઠામાં વપરાઇ જાય છે તેથી તે વધુ ઘનરૂપ બની ટકાઉ થાય છે. ફાયરપ્રુફ તીજોરીઓ બનાવવાને બે પડ વચ્ચે મંદવાહક અબરખ, નવસાર કે ફટકડી ક્ષારનાં પડ વાપરવામાં આવે છે. અગ્નિથી તીજોરી બહારથી તપી ઉઠતાં વચલું પડ પીગળવામાં ઘણી ગરમી વપરાઈ જાય છે તેથી અંદરનું પડ ઠંડું રહી વસ્તુઓ સહીસલામત રહે છે.

વાયુરૂપી પદાર્થની ગુપ્ત ગરમી:—૧૦૦° ગરમ પાણીની વરાળ કરવામાં જે ઉષ્ણતા વપરાઈ જાય છે તે વરાળની ગુપ્ત ઉષ્ણતા કહેવાય છે. ઉષ્ણતા-

માપક યંત્રના જે બિન્દુએ પ્રવાહી પદાર્થ ઉકળે છે તે બિન્દુ તે પદાર્થનું **ઉત્કલન–ઉકળવાનું બિન્દુ** કહેવાય છે. ઠંડું જણાતું પાણી ૮૦° છુપી ગરમીવાળું હોય છે. આ પાણીના પ્યાલામાં સેન્ટીગ્રેડ ઉષ્ણતામાપક યંત્ર મૂકીએ તો પારો ૮૦° ઉપર સ્થિર થાય છે. હવે આ પાણીને ગરમી આપી ઉકાળીએ તો પારો ઉંચો ચઢવા માંડે છે અને ૧૦૦° ઉપર સ્થિર થાય છે. પારો ૧૦૦° ચઢે એટલું ગરમ થતાં વરાળ થવા માંડે છે. પછી ગમે તેટલી ગરમી આપ્યા કરીએ તો પણ પારો ઉંચો ચઢતો નથી. ૧૦૦° ગરમી થયા પછી આપેલી વધારાની પાણીની રજકણો છૂટી પાડી વરાળ કરવામાં વપરાઇ જાય છે તેથી પારો ઉંચો ચઢતો નથી. વધારે ગરમી આપ્યા કરીએ ત્યાં સુધી પાણી ઉકળે છે અને બંધ રાખીએ તો પાણી ઉકળતું બંધ થાય છે. આ રીતે ૧૦૦° ઉપરાંતની વધુ ગરમી વરાળ કરવામાં વપરાઈ જાય છે તે વરાળની છુપી ગરમી કહેવાય છે. ૬ શેર ૦° ના ઠંડા પાણીમાં ૧ શેર વરાળ દાખલ કરતાં ૭ શેર ૧૦૦° ગરમીવાળું પાણી થઇ જાય છે. પ્રવાહી પદાર્થની રજકણો છૂટી છૂટી હોય છે અને વરાળની રજકણો પાણી–પ્રવાહી પદાર્થ કરતાં વધુ છૂટી હોય છે. પાણીમાં થોડું સ્નેહાકર્ષણ બળ હોય છે પણ વાયુરૂપી પદાર્થમાં એ બળ તદ્દન નાશ પામેલું હોય છે. આ બળ નાશ કરનાર તેમાં સમાયેલી છુપી ગરમી છે. આજ કારણથી પ્રવાહી પદાર્થ કરતાં વાયુરૂપી પદાર્થમાં છૂપી ગરમી વિશેષ સમાયેલી હોય છે. જો વાયુરૂપી પદાર્થમાં છૂપી ગરમી ન હોત તો તે પ્રવાહીરૂપી પદાર્થજ રહેત. જૂદા જૂદા વાયુરૂપી પદાર્થમાં પણ ગુપ્ત ગરમી વત્તી ઓછી હોય છે તેથી વરાળ થોડી ઠંડીથી પાણી–પ્રવાહીરૂપ ધારણ કરે છે પણ વાયુને વધુ ઠંડી–દબાણની જરૂર પડે છે. જૂદા જૂદા પ્રવાહી પદાર્થો જૂદા જૂદા ઉષ્ણુમાને ઉકળે છે. પાણી ૧૦૦° ગરમીથી ઉકળે છે અને તેલ ૧૨૦° એ ઉકળે છે. સેન્ટીગ્રેડ ઉષ્ણતામાપક યંત્રમાં ૧૦૦° નુંજ માપ હોય છે, પણ પાણી ૧૦૦° ઉપર પારો ચઢતાં તરતજ ઉકળવા માંડે છે ત્યારે તેલ ૧૦૦° ઉપર પારો સ્થિર થતાં તરત ઉકળતું નથી પણ બીજી ૨૦° ગરમી દાખલ થયા પછી ઉકળે છે એટલે તેને ઉકળવાને ૧૨૦° ગરમી જોઇએ છે.

પ્રવાહી પદાર્થ ઉકળવાની રીતો:—પ્રવાહી પદાર્થ ૩ રીતે ઉકળે છે. (૧) ગરમી ઉપર પદાર્થને મૂકીને—ઉકળવાની રીતે; (૨) ગરમ પદાર્થ ઉપર પ્રવાહી પદાર્થ મૂકતાં ઉકળે છે; (૩) બાષ્પીભવન ક્રિયાથી ઉકળે છે. પહેલી ઉકાળવાની ક્રિયા કહેવાય છે. આપણે ચૂલાપર પાણી ઉકાળીએ છીએ તે ઉકાળવાની રીત છે. બીજી રીત પહેલી રીતને મળતીજ છે, પણ એમાં પદાર્થને ગરમ કરી ગરમીને બદલે વાપરવામાં આવે છે અને તેના ઉપર પ્રવાહીના થર પ્રમાણે વત્તું ઓછું ઉકળે છે. ધગધગતો ધાતુનો ગજ કરી પ્રવાહીનું ટીપું મૂકતાં ગજપરનું પાણી વરાળરૂપ બને છે પણ વરાળ અગ્નિની મંદવાહક હોવાથી ઉપરનું પાણી ગરમ થતું નથી. હવે ઉપરના પાણીને ગડબડાવી સ્થળાંતર કરીએ તો તે પણ ગરમ થઇ ઉડી જાય છે. આવીજ રીતના કોઇ પ્રવાહી વાપરી જાદુગરો દેવતાપર ચાલી શકે છે; કેમકે દેવતા પરનું પાણી વરાળરૂપ થાય છે પણ પગને તળીએ ઠંડું પાણી રહે છે.

બાષ્પીભવન ક્રિયા—બાષ્પીભવનમાં ગરમીની જરૂર છે. આ ગરમી સૂર્ય વગેરે ગરમ પદાર્થોમાંથી ઇથિર મારફત મળે છે. હવામાં ખુલ્લા રહેલા પાણી કે પ્રવાહી પદાર્થપર આ ગરમી લાગતાં ઉપરનો પ્રવાહી વરાળરૂપે ઉડી જાય છે. બહારની ઇથિર મારફતે ગરમી ન મળતી હોય તોપણ પ્રવાહીપર આ ક્રિયા નિરંતર ચાલુ રહે છે. પ્રવાહી પદાર્થની ગુપ્ત ગરમી સપાટીના પ્રવાહીને ઉકાળવામાં ખપતી જાય છે એથી બાષ્પીભવન ક્રિયા થતાં સપાટીનો પ્રવાહી ગરમ હોય છે પણ અંદરનો પ્રવાહી ગુપ્ત ગરમી વપરાઇ જવાથી સાધારણ રીતે જોઇતા ઉષ્ણુમાન કરતાં વધુ ઠંડો પડે છે. આ રીતે જ્યારે ઉકાળવાની ક્રિયા પાણીને તળિયે થાય છે ત્યારે બાષ્પીભવનની ક્રિયા પ્રવાહી પદાર્થની ઉપર સપાટીપર થાય છે.

બાષ્પીભવન ક્રિયાનો વ્યવહારમાં ઉપયોગ—હાથમાં મધાર્કનું-ઇથિરનું ટીપું રાખીએ છીએ તો હાથની ગરમીથી ઇથિર ઉડી જાય છે અને હાથમાં ઠંડક લાગે છે; કેમકે હાથની સ્વાભાવિક-ગુપ્ત ગરમી ઇથરને વરાળ કરવામાં વપરાતાં તેટલી કમી થાય છે. બરફ મોઢામાં કે હાથમાં રાખતાં પણ આજ કારણુથી ઠંડક લાગે છે; કેમકે બરફને ઓગાળવામાં મોંઢા કે

હાથની ગરમી વપરાતાં ઠંડું લાગે છે. પરસેવો પવનથી ઉડી જતાં શરીરની ગરમીને લેતો જાય છે તેથી શરીરે પરસેવો નીકળતાં પવન લાગવાથી ઠંડક લાગે છે. માથું ગરમીથી દુઃખે છે ત્યારે કોલનવૉટરનાં પોતાં મૂકીએ છીએ તેથી કોલનવૉટરમાંનો મધાર્ક માથાની ગરમીથી વરાળ થઇ ઉડી જતાં માથું ઠંડું પડે છે. પ્લેગમાં માથે ચઢેલી ગરમી આજ કારણે બરફ મૂકી કમી કરવામાં આવે છે. ઉનાળામાં કુંજાનું પાણી છિદ્રોમાંથી બહાર નીકળી આજુબાજુની ગરમીને વાપરી વરાળ થઇ ઉડી જાય છે તેથી કુંજાની આજુબાજુ ઠંડી હવાનું પડ જામી કુંજાના પાણીને ઠંડું રાખે છે. છિદ્ર બંધ થતાં આ બાષ્પીભવનક્રિયા થતી નથી તેથી જૂના કુંજાનું પાણી તેટલું ઠંડું રહેતું નથી અને એજ કારણથી માટીના વાસણના જેટલું ધાતુનાં વાસણોનું પાણી ઠંડું રહેતું નથી. ગરમ રસ્તાપર પાણી છાંટતાં બાષ્પીભવન થાય છે તેથી રસ્તાની જમીનની ગરમી વપરાઇ રસ્તા ઠંડા પડે છે. ઉચ્છ્વા-સમાં ઘણી ગરમી નીકળી જવાથી ઉનાળાના તાપમાં અને ગરમીવાળાં બૉયલરો પાસે ટકી શકાય છે. બાષ્પીભવનક્રિયા કરી પાણીનું ઉષ્ણતામાન ઘટાડી બરફ બનાવાય છે. ભીના શરીરપર પવન લાગતાં જોરથી બાષ્પી-ભવન થતાં શરીરની ગરમી ઘટી જતાં શરદી–સળેખમ થાય છે.

પ્રકાશ.

પ્રકાશનું સ્વરૂપ:—અજવાળું–તેજ એ પ્રકાશનાં બીજાં નામ છે. પ્રકાશમાં પ્રકાશ અને ગરમી બન્ને હોય છે; કેમકે પ્રકાશથી અજવાળું થાય છે અને શરીરને ગરમી લાગે છે. ગરમ સળીઆમાં સખત ગરમી છતાં પ્રકાશ હોતો નથી એટલે ગરમીમાં પ્રકાશ નથી પણ ગરમીનો વેગ જોસબંધ થાય છે ત્યારે પ્રકાશ થાય છે; જેમકે સળીઓ ગરમ થતાં થતાં ધગધગતો થાય છે ત્યારે ગરમી સાથે પ્રકાશ પણ આપે છે. પ્રકાશથી શરીરને ગરમીની અસર થાય છે અને આંખને તેજ લાગે છે. ચંદ્રના પ્રકાશમાં ગરમી હોતી નથી પણ ચંદ્ર જાતે પ્રકાશિત નથી. સૂર્યનો પ્રકાશ ચંદ્રપર પડે છે ત્યારે પ્રકાશમાંની ગરમી ચંદ્રપર ફેલાઇ જાય છે અને પ્રકા-શજ માત્ર આપણી તરફ આવે છે તેથી ચંદ્રના પ્રકાશમાં ગરમી હોતી નથી.

પ્રકાશ આકળો હોય છે ત્યારે ગરમીનાં કિરણ પણ આકળાં હોય છે. પ્રકાશ સર્વત્ર ફેલાઈ જાય છે અને ગરમીનાં કિરણ અંતર વધતાં નરમ પડે છે અને પ્રકાશનાં કિરણ સરખાં રહેતાં છતાં ગરમીનાં કિરણ આકળાં કે નરમ રહે છે. ગરમીને લીધે સૂર્યની સામે જોઇ શકાતું નથી પણ કાચ ઉપર કાજળ લગાડતાં જોઇ શકાય છે; કેમકે મેસ ગરમીને શોષી લે છે અને માત્ર *પ્રકાશનાં કિરણજ આરપાર નીકળી આંખ પર પડે છે.

પ્રકાશથી પદાર્થ દેખાય છે:—પ્રકાશ જે વસ્તુમાંથી નીકળે છે તે વસ્તુ સ્વપ્રકાશિત કહેવાય છે. સૂરજ, દીવો, વીજળીનો દીવો, ધગધગતો દેવતા, તારા અને સઘળા બળતા પદાર્થ સ્વપ્રકાશિત કહેવાય છે; કેમકે તેઓ પોતાની મેળે-પોતાના તેજથી પ્રકાશે છે. બીજા પદાર્થનો પ્રકાશ પડવાથી જે પદાર્થ દેખાય છે તે પરપ્રકાશિત પદાર્થ કહેવાય છે. પરપ્રકાશિત પદાર્થ અંધારામાં દેખાતા નથી. અંધારા ઓરડામાં કે ભોંયરામાં પરપ્રકાશિત પદાર્થ દિવસે પણ દેખાતા નથી. અંધારી રાત્રે પરપ્રકાશિત પદાર્થ દેખાતા નથી

---

* ત્રિકોણાકાર કાચનો-ત્રણ પાસાનો કાચનો હીરો તડકે ધરતાં તેમાં કિરણ પ્રવેશી ધોળા રંગનું પ્રથક્કરણ થઇ જૂદા જૂદા રંગ છેટે છેટે દેખાય છે. પાણીનાં ત્રિકોણાકાર ઝીણાં ટીપાં વાદળામાં બંધાય છે ત્યારે તેમાંથી સૂર્યનાં કિરણ પ્રવેશતાં પ્રથક્કરણ થઈ ઉપર પ્રમાણે જૂદા જૂદા રંગ છેટે છેટે દેખાય છે તે મેઘધનુષ્ય કહેવાય છે. સાત રંગની કલરડીશ અથવા સાત રંગના કાગળ લગાડી બનાવેલી ચક્કરડી જોરથી ફેરવતાં ધોળા રંગની બનેલી દેખાય છે; કેમકે ઝડપથી ફરતાં આંખમાં એક રંગની છાપ પડતાંજ બીજા રંગની પડે છે અને તે પડતાંજ ત્રીજા રંગની પડે છે એટલે એક સાથેજ ૭ રંગની છાપ પડે છે. આ રીતે આંખને એકજ વખતે સાત રંગ દેખાવાથી ધોળો રંગ દેખાય છે. સૂર્યના પ્રકાશનો ધોળો રંગ પણ ૭ રંગથી બનેલો છે તેથી જૂદા પડતાં મેઘધનુષ્ય વગેરે બને છે. આ ૭ રંગ આ પ્રમાણે છે. (૧) લાલ રંગ; (૨) નારંગી રંગ; (૩) પીળો રંગ; (૪) લીલો રંગ; (૫) આશમાની રંગ; (૬) જાંબુડો રંગ; (૭) ભાગો જાંબુડો રંગ. આ રંગિત કિરણો કહેવાય છે અને તેનો ધોળો પ્રકાશ થાય છે. સૂર્યનાં ધોળાં કિરણોની બે તરફ ગરમીનાં કિરણ હોય છે તે પ્રકાશ કરતાં આકળાં હોય છે. આ ગરમીનાં કિરણો અદૃશ્ય કિરણો કહેવાય છે. રંગિત કિરણોમાં ગરમી બહુ કમી હોય છે.

પણ અજવાળી રાત્રે દેખાય છે. ઓરડામાં દીવો ન હોય તોપણ બહાર સૂર્ય કે ચંદ્રનો પ્રકાશ પડે છે અને ત્યાંથી ફેલાઇ ઘરમાં અજવાળું થાય છે તેથી પદાર્થ દેખાય છે. ચંદ્ર જાતે પરપ્રકાશિત પદાર્થ છે, પણ સૂર્યનો પ્રકાશ તેના ઉપર પડે છે ત્યારે દેખાય છે કે પ્રકાશે છે. પ્રકાશનાં કિરણ પરપ્રકાશિત પદાર્થ ઉપર પડે છે અને ત્યાંથી પાછાં ફેંકાઇ આપણી આંખમાં પેસે છે તેથી પ્રકાશમાંનો પદાર્થ દેખાય છે. આંધળાની આંખમાં પાછાં વળેલાં કિરણો અસર કરતાં નથી તેથી તેને પદાર્થ દેખાતા નથી.

પ્રકાશનો ફેલાવો.

પ્રકાશનાં મોજાં:—પ્રકાશ એ ગરમીના જેવી અતિ ધ્રૂજતી અવસ્થા છે. પ્રકાશનો ધ્રૂજારો પદાર્થમાંના અને બાજુના ઇથિરમાં ધ્રૂજારો ઉત્પન્ન કરે છે તેથી ઇથિરનાં મોજાં ચાલુ થાય છે. આ મોજાં આંખમાંના ઇથિરને ધ્રૂજાવે છે તેથી આંખનાં જ્ઞાનતંતુ ધ્રૂજે છે અને છેવટે મગજનાં પરમાણુ ધ્રૂજી ઉઠે છે એટલે મગજને પ્રકાશનું ભાન થાય છે. આ પ્રકાશ ફેલાવનારાં ઇથિરનાં મોજાં તેજ પ્રકાશનાં કિરણ કહેવાય છે.

પ્રકાશનાં કિરણ સીધી લીટીમાં પડે છે:—પ્રકાશનાં કિરણ સીધી લીટીમાં પડે છે તેથી સૂર્ય, ચંદ્રનાં હેળિયાં તેમના ફરવા પ્રમાણે ફરે છે. કાણાં પાડેલાં ત્રણ પત્તાં આપણી અને દીવાની વચ્ચે છેટે છેટે મૂકીએ અને કાણાં સીધી લીટીમાં રાખીએ તો દીવાના પ્રકાશનાં કિરણ ત્રણે કાણાંમાંથી નીકળી જઇ આપણી આંખમાં પેસે છે તેથી દીવો દેખાય છે, પણ કાણાં આઘાં પાછાં રાખીશું તો કિરણ વાંકાં વળતાં નહિ હોવાથી દીવો દેખાશે નહિ.

ઘરમાં અને છાયામાં પ્રકાશ પડવાનું કારણ:—પ્રકાશનાં કિરણ ઘરમાં કે છાયામાં પડતાં નથી છતાં છાયામાંની કે ઘરમાંની વસ્તુઓ દેખાય છે તે પ્રકાશને લીધેજ છે. પ્રકાશ અંદર પડતો ન હોય તો ઘરમાંની કે છાયામાંની વસ્તુઓ દેખાય જ નહિ. પ્રકાશનાં કિરણ અપારદર્શક પદાર્થની પાર

નીકળી શકતાં નથી તેથી ભીંતમાં થઈ ઘરમાં પેસવા માર્ગ રહેતો નથી. પ્રકાશનાં કિરણુ વાંકાં વળીને પણ પેસતાં નથી તેથી છાયામાં કે ઘરમાં પેસવા માર્ગ નથી. ઘરમાં કિરણુ બારી બારણાં વાટે પ્રવેશે છે પણ તે આખા ઘરમાં પડતાં નથી. અપારદર્શક પદાર્થની પાર પ્રકાશનાં કિરણુ નીકળી શકતાં નથી તેથીજ વચમાંના પદાર્થ ઉપર-ઘરની બહાર કે ઝાડ વગેરે ઉપર પ્રકાશ પડે છે અને ઘરની અંદર અને ઝાડ વગેરેની નીચે કે સામે ઓળો-છાયા પડે છે. આ છાયામાં પ્રકાશ છે એમ નજરે જોતાં જણાય છે. પ્રકાશ પૃથ્વી અને બીજા પદાર્થો તેમજ વાતાવરણનાં પરમાણુઓ પર પડે છે ત્યારે તે કિરણો તે તે વસ્તુઓનાં પરમાણુઓ ઉપરથી પાછાં ફેંકાઇ ઘરમાં અને છાયામાં પડે છે તેથી ઘરમાં અને છાયામાં અજવાળું પડે છે.

પ્રકાશનો વેગઃ—અવાજ હવા મારફતે વહે છે તેથી તેનો વેગ કમી છે પણ પ્રકાશ ઇથર મારફત વહે છે તેથી બહુ વેગથી ચાલે છે. પ્રકાશનો વેગ એક સેકન્ડમાં ૧૮૬૦૦૦ મૈલ છે અને અતિ વેગ હોવાથી તે એકદમ ફેલાઇ જાય છે એમ કહેવાય છે.

પ્રકાશનું પરાવર્તન.

પ્રકાશના પરાવર્તનની વ્યાખ્યાઃ—પરાવર્તન=પાછાં વળવું. પ્રકાશનું પરાવર્તન=પ્રકાશનું પાછાં વળવું-પ્રકાશ હરકોઇ પદાર્થ ઉપર પડી પાછો વળે છે તે.

પ્રકાશની પરાવર્તન ક્રિયાઃ—પ્રકાશનાં કિરણુ સીધી લીટીમાં પડે છે પણ તેની દિશા બદલવી હોય તો બદલી શકાય છે એટલે સીધી લીટીમાં જતાં કિરણુ અટકાવી બીજી દિશાએ વાળી શકાય છે પણ વાળ્યા પછી સીધી લીટીમાંજ જાય છે. હવા, પાણી કે કાચની આરસી જેવા અમુક ઘાડઇના પદાર્થ ઉપર પ્રકાશ પડતાં પ્રકાશનાં કિરણોના ૩ વિભાગ થાય છે. કિરણોનો ૧ ભાગ પરાવર્તન પામી પ્રકાશવાળા મૂળ પદાર્થ તરફ પાછો ફેંકાય છે. પદાર્થનું પૃષ્ટ-સપાટી ચળકતી, સફાઇદાર અને સરખી હોય તો તમામ ભાગ પાછો ફેંકાય છે. આ ક્રિયા તે પ્રકાશનું પરાવર્તન છે.

પ્રકાશની વક્રીભવન ક્રિયા:—વક્રીભવન=વાંકાં થવું-વાંકું વળવું. પ્રકાશનાં કિરણોના ૩ ભાગ પૈકી ૧ ભાગ પદાર્થમાં પ્રવેશે છે ત્યારે ચાલવાની દિશા બદલી વાંકાં વળે છે અને આ વાંક ધોરણસર હોય છે. આ રીતે પ્રકાશનાં કિરણ વાંકાં વળી આગળ ચાલે છે તે પ્રકાશનું વક્રીભવન કહેવાય છે. હવા, પાણી અને કાચ જેવા પારદર્શક પદાર્થમાં પ્રકાશ પ્રવેશી આગળ ચાલે છે ત્યારે આ ક્રિયા થાય છે પણ અપારદર્શક ઘન પદાર્થમાં પ્રકાશનાં કિરણ પ્રવેશી શકતાં નથી ત્યારે આ ક્રિયા થતી નથી.

પ્રકાશની થતી ગરમી:—પ્રકાશનાં કિરણોના ત્રીજા ભાગનું પદાર્થમાં શોષણ થાય છે અને શોષણ થતાં ઉષ્ણતા બની પદાર્થને ગરમ કરે છે એટલે ઈથિરનાં મોજાં મારફત વહી આવેલાં પ્રકાશનાં કિરણોના અંદર પ્રવેશતાં અટકી વિભાગ થાય છે ત્યારે ઈથિરનાં મોજાં-પ્રકાશનાં કિરણો પોતાનો ધ્રૂજારો પદાર્થ પર ચલાવી પદાર્થનાં પૃષ્ટનાં પરમાણુઓને ધ્રૂજાવે છે અને પોતે નરમ પડે છે. આ રીતે પૃષ્ટ ધ્રૂજતાં પદાર્થનું પૃષ્ટ ગરમ થાય છે.

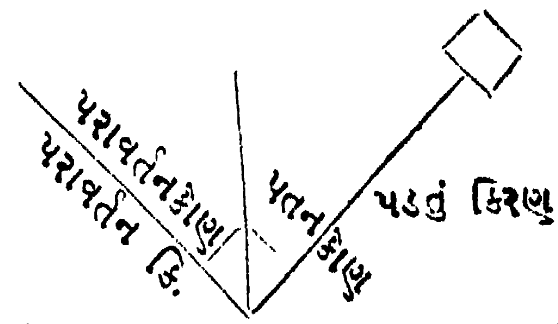
આ ત્રણ ભાગ થતાં વિશેષ કાંઈક ભાગનો પ્રકાશ છિન્નભિન્ન થઈ ચો તરફ અવ્યવસ્થિત પણે ફેલાઈ જાય છે.

પ્રકાશના પરાવર્તનની દિશા:—કાચની× આરસી અપારદર્શક પદાર્થ છે તેથી તેનાં ઉપર પડતાં કિરણ પરાવર્તન પામે છે. કાચ ચળકતો, સજ્જડ, પરમાણુવાળો, લીસો, સરખી સપાટીનો હોવાથી પ્રકાશનાં કિરણ* બૉલ કે દડો જમીન પર ફેંકતાં પાછો ઉછળે છે તેમ પાછાં ઉછળે છે તે પ્રકાશનું પરાવર્તન કહેવાય છે. હેળિયામાં કાચની આરસી મૂકતાં આમ કિરણ હવામાં પાછાં ફેંકાયેલાં જણાય છે. આરસી ઉપર કિરણ જમીન તરફથી આવીને પડે છે તો પાછાં વળતાં કિરણ ડાબી દિશા તરફ પાછાં ફેંકાય છે

× કાચ જાતે પારદર્શક છે તેથી તેમાંથી પ્રકાશનાં કિરણ પ્રવેશી વહે છે. કાચની પાછળ પારા અને અને કલાઈનું મિશ્રણ લગાડતાં અપારદર્શક આરસી થાય છે ત્યારે પ્રકાશ આગળ વહી જતો અટકે છે.

* ચાંદીમાંથી વધુ પરાવર્તન થાય છે. ચાંદી કરતાં ચળકતી પિત્તળની પટ્ટીમાંથી વધુ પરાવર્તન થાય છે.

અને ડાબીમેરથી પડે છે તો જમણી તરફ પાછાં ફેંકાય છે. પડતાં અને પરાવર્તન પામતાં કિરણ સીધી લીટીમાં વહે છે. પડતા કિરણની સીધી લીટી અને પરાવર્તન કિરણની સીધી લીટી એકજ બિંદુમાં મળે છે. આ બિંદુ ઉપર લંબ લીટી દોરતાં બે ખૂણા થાય છે. (૧) **પતનકોણ; (૨) પરાવર્તનકોણ.** લંબ અને પડતા કિરણ વચ્ચે થતો ખૂણો



પતનકોણ કહેવાય છે અને લંબ તથા પરાવર્તન થતા કિરણ વચ્ચે થતો ખૂણો પરાવર્તન કોણ કહેવાય છે. આ બન્ને ખૂણા (માપમાં–પહોળાઇમાં) સરખા હોય છે એટલે કે પ્રકાશનું કિરણ જેટલા અંશને ખૂણે પડે તેટલા અંશને ખૂણે પરાવર્તન પામે છે.

પ્રકાશનું પરાવર્તન થયા છતાં પદાર્થ દેખાવાનું કારણઃ—ખડબચડા ઘન પદાર્થોના પૃષ્ટ ઉપરથી બધો પ્રકાશ પરાવર્તન પામતો નથી. થોડો પ્રકાશ ચોમેર અનિયમિત રીતે ફેલાઇ જાય છે તેથી એવા પદાર્થ જોઇ શકાય છે. કાચના આરસી જેવા લીસા, ચળકતા ઘન પદાર્થો પરથી વધારે પરાવર્તન થાય છે તોપણ એ પદાર્થ બેમાલુમ છિદ્રાળુ હોવાથી ખડબચડો તો હોય છેજ તેથી તે પરનો થોડો પ્રકાશ પણ ચોમેર અનિયમિત ફેંકાયા વગર રહેતો નથી તેથી તેવા પદાર્થ પણ દેખી શકાય છે. પૃષ્ટ બિલકુલ છિદ્રાળુ ન હોય તો તમામ પ્રકાશ પરાવર્તન પામતાં આરસી પ્રકાશમાં પણ જોઇ શકાય નહિ.

પ્રતિબિંબ પડવાનું કારણઃ—પ્રકાશનાં કિરણ પદાર્થ ઉપર પડે અને પદાર્થ ઉપરથી પરાવર્તન પામેલાં કિરણ આપણી આંખમાં પેસે ત્યારે પદાર્થ દેખાય છે. આથી પદાર્થ કિરણોની દિશામાં દેખાય છે અને કિરણ જ્યાંથી પરાવર્તન પામવા લાગે છે તે સ્થળ પર દેખાય છે. આ રીતે પદાર્થ ઉપરથી નીકળતાં કિરણ સીધાં આંખમાં પરભાર્યાં પ્રવેશે છે ત્યારે આ રીતે પદાર્થ તેના સ્થળ પરજ દેખાય છે પણ જ્યારે પદાર્થ ઉપરથી કિરણ નીકળી બીજા પદાર્થ ઉપર પડે છે અને ત્યાંથી પરાવર્તન પામી આપણી આંખમાં પ્રવેશે છે ત્યારે જે દિશામાંથી કિરણો આંખમાં આવે છે તે દિશામાં પદાર્થ દેખાય છે અને તે પ્રતિબિંબ કહેવાય છે. પ્રતિબિંબ પરાવર્તન કિરણોથીજ

દેખાય છે. અસ્થિર–હાલતા પાણીની સપાટી સમાન રહેતી નથી તેથી કિરણો છિન્નભિન્ન થઇ પરાવર્તન પામે છે તેથી એવા પાણીમાં પ્રતિબિંબ દેખાતું નથી; કેમકે આપણા મુખ, શરીર કે પદાર્થપરનાં કિરણો પાણીની સપાટીપર પડે છે પણ હાલતા પાણીને લીધે ગમે તેમ પરાવર્તન પામતાં આપણી આંખોમાં તે કિરણ બરાબર આવતાં નથી તેથી પ્રતિબિંબ બરાબર દેખાતું નથી. પાણીની સપાટી સ્થિર હોય છે ત્યારે કે સરખી સપાટીની આરસી હોય છે ત્યારે અથવા બહુ લીસા ચળકતા પદાર્થ ઉપરથી કિરણો વધુ પરાવર્તન પામે છે ત્યારે પ્રતિબિંબ દેખાય છે. પારદર્શક પદાર્થમાંથી કિરણ પાછાં વળતાં નથી તેથી તેમાં પ્રતિબિંબ પડતું નથી. કાચમાં પ્રતિબિંબ પડતું નથી તેથી અપારદર્શક આરસી કરવી પડે છે. એકલા પાણીમાં પ્રતિબિંબ પડતું નથી પણ અપારદર્શક વાસણને લીધે પડે છે.

પ્રતિબિંબ પાણી કે આરસીની પાછળ દેખાવાનું કારણ:—પ્રતિબિંબ એ ઓળો–પડછાયો નથી. ઓળો સૂર્ય કે ચંદ્ર ખસતાં નાનો મોટો થાય છે પણ પદાર્થના પ્રતિબિંબમાં વધઘટ થતી નથી. વસ્તુપરથી કિરણ પાણી કે આરસી ઉપર પડે છે અને ત્યાંથી ફેંકાઇ આપણી આંખમાં આવે છે ત્યારે પરાવર્તન પામતાં કિરણો એકજ બિન્દુમાંથી નીકળે છે તેથી પાણી કે આરસીની અને આપણી વચ્ચે જેટલું અંતર હોય તેટલે દૂર પાછળ પ્રતિબિંબ જણાય છે. આજ કારણથી આપણા મુખનું પ્રતિબિંબ આરસીમાં સામું પડેલું દેખાય છે અને પાણીમાં ઝાડ અને આપણાં પ્રતિબિંબ ઉંધાં દેખાય છે. આરસી આપણા મુખથી જેટલી દૂર હોય તેટલું દૂર આરસીની પાછળ પ્રતિબિંબ દેખાય છે અને પાણીમાં પણ તેમજ બને છે. ચંદ્રનું, સૂર્યનું અને આકાશનું પ્રતિબિંબ આજ કારણથી પાણીમાં ઉંડાણમાં તરતાં દેખાય છે.

પ્રકાશનું વક્રીભવન.

પ્રકાશના વક્રીભવનની સમજ:—પ્રકાશનાં કિરણ કોઇ પદાર્થ ઉપર પડે અને તેમાં પ્રવેશે ત્યારે પતનકોણ અને પરાવર્તનકોણ સરખા ન થતાં

નાના મોટા થાય છે એટલે પ્રકાશનાં કિરણ વાંકાં વળી આગળ ચાલ્યાં જાય છે તે પ્રકાશનું વક્રીભવન કહેવાય છે. આ ક્રિયામાં કિરણોની દિશા બદલાઈ જાય છે. કાચની બારી ઉપર પ્રકાશનાં કિરણો પડતાં ઓરડામાં પ્રવેશે છે પણ મરડાઇને પેસે છે. પાણીમાં પણ આ રીતે કિરણો પેસતાં મરડાય છે. પાતળી હવામાંથી ભીની જાડી હવામાં, હવામાંથી પાણીમાં, હવામાંથી ઘન પારદર્શક પદાર્થમાં કિરણો પ્રવેશે છે ત્યારે આ પ્રમાણે વક્રીભવન થાય છે.

વક્રીભવન કિરણોની દિશાઃ—પ્રકાશનાં કિરણો પાતળા પડમાંથી આવી જાડા પડમાં પ્રવેશી આગળ જાય છે ત્યારે તે મધ્યરેખા તરફ મરડાઇ વહે છે. આથી હવામાંથી પાણીમાં કે કાચમાં કિરણો પેસી વહે છે ત્યારે મધ્યરેખા તરપ મરડાય છે. જાડા પડમાંથી કિરણો પાતળા પડમાં પ્રવેશે છે એટલે પાણીમાંથી હવામાં કિરણો પ્રવેશે છે ત્યારે લંબરેખાથી દૂર તરફ મરડાય છે—મધ્યરેખાથી કિરણો દૂર જાય છે.

નાની રકાબીમાં કે પ્યાલામાં પાવલી મૂકવી. પત્તામાં કાણું પાડી આપણી આંખ અને પાવલી વચ્ચે રાખવું. પત્તાનું કાણું કોર પર રાખવું એટલે પાવલીની માત્ર કોર દેખાશે. બીજા માણસ પાસે પાવલી ઉપર રકાબી કે તપેલીમાં પાણી રેડાવવું એટલે આંખે આખી પાવલી દેખાય છે અને રકાબીનું તળિઉં તથા પાવલી ઉંચાં આવેલાં જણાય છે. પાવલીમાંથી પ્રકાશનાં કિરણ પાણીમાં પ્રવેશે છે. પાણી પારદર્શક છે તેથી પાણીમાં કિરણ વક્રીભવન પામે છે. પાણીમાંથી કિરણો નીકળી હવામાં પ્રવેશી આપણી આંખમાં આવે છે. પાણી કરતાં હવા પાતળી છે તેથી કિરણ લંબ તરફ ન મરડાતાં બહારની તરફ મરડાય છે અને એમ મરડાયેલાં કિરણ આપણી આંખમાં આવે છે તેથી કિરણની દિશામાં પાવલી અને રકાબીનું તળિઉં ઉંચાં આવેલાં દેખાય છે. આજ રીતે હવાના જાડા પડમાંથી પાતળા પડમાં કિરણો વહે છે ત્યારે પણ કિરણો બહાર પડતાં મરડાય છે. ગરમ દેશમાં અતિ ગરમી પડતાં જમીન તપી જાય છે ત્યારે પાસેની હવા તપી પાતળી થઇ ઉંચી ચઢી જાય છે અને બાજુની ઠંડી જાડી હવા નીચે વહી આવે છે. આથી નીચેની હવા

જાડી અને ઉપરની પાતળી થાય છે. આવા દેશોમાં પ્રખર ગરમી પડતાં જમીન પરનાં ઝાડ, ઘર, દોડતા ઘોડા, શહેર કે વહાણની આકાશમાં બહાર મરડાતી ઉંધી આકૃતિઓ પડે છે. પાતળા પડમાંથી વસ્તુ ઉપરનાં કિરણો આકાશ તરફ ફેંકાતાં બહાર પડતાં મરડાય છે તેથી આમ બને છે.

કાચના પ્યાલામાં પાણી ભરી અંદર સીધી સળી મૂકીએ અને બાજુએથી જોઇએ તો સળી પાણીની સપાટી પાસેથી વાંકી વળેલી દેખાશે. વળી પાણીમાંની સળી લાંબી હોય તે કરતાં ટુંકી જણાય છે. પાણીમાં કિરણો વાંકાં વળે છે તેથી વાંકી દેખાય છે અને બહાર નીકળતાં કિરણ બહારની તરફ મરડાય છે તેથી સળી ટુંકી દેખાય છે. આજ રીતે પાણીમાં ડુબેલું વાસણ ચપટું–વાંકું વળેલું દેખાય છે. પાણીમાંની જમીન, પથરા, વસ્તુઓ આજ વક્રીભવનને લીધે હોય તે કરતાં ઉંચા દેખાય છે અને ભોંયતળિઉં પણ ઉંચું દેખાય છે.

વક્રીભવન થવાનું પ્રમાણઃ—જૂદી જૂદી ઘાડઇના બે પદાર્થમાં થઇ પ્રકાશનાં કિરણ વહી જાય છે ત્યારેજ તેનું વક્રીભવન થાય છે. બે પદાર્થની ઘાડઇમાં એકાએક ફેર પડતાં વક્રીભવનમાં પણ એકાએક ફેર પડે છે અને ઘાડઇમાં ધીમે ધીમે ફેર પડતાં વક્રીભવન ધીમે ધીમે થતું જાય છે એટલે કિરણોની લીટી થોડી થોડી મરડાતી જાય છે અને એમ થતાં તેનો દેખાવ વાંકી લીટીના જેવો થાય છે. આકાશી ચંદ્ર, સૂર્ય, ગ્રહો, તારા વગેરેનાં કિરણો ઉંચેની પાતળી હવામાંથી નીચેની જાડી હવામાં પ્રવેશી આવે છે અને આ ઘાડઇ ધીમે ધીમે વધતી જાય છે તેથી કિરણો જરા જરા લંબ તરફ મરડાતાં જાય છે. આથી આકાશી પદાર્થ ખરા સ્થળે ન દેખાતાં જરા ઉંચા દેખાય છે. માથા પરના આકાશી ગ્રહો વગેરેનો પ્રકાશ લંબરૂપે પડે છે તેથી તેનું વક્રીભવન થતું નથી. બાજુના દૂરના તારા વગેરેના પ્રકાશનાં કિરણોનું વક્રીભવન થાય છે તેથી સૂર્ય, તારા વગેરે ક્ષિતિજની નીચે હોય છે છતાં કિરણોનું વક્રીભવન થતાં તે ઉગતા પહેલાં અને આથમ્યા પછી કેટલીક વાર સુધી દેખાય છે અને સાંજ સવાર ઝળઝળું થાય છે.

વિદ્યુત-વિજળી.

વિદ્યુત ઉત્પન્ન થવાના પ્રકારઃ—વિદ્યુત ૨ રીતે ઉત્પન્ન થાય છે. (૧) ઘસવાથી, (૨) રસાયન ક્રિયાથી. ઘસવાથી ઉત્પન્ન થતી વિદ્યુત **ઘર્ષણ વિદ્યુત** અને રસાયન ક્રિયાથી ઉત્પન્ન થનારી રસાયનિક વિદ્યુત કહેવાય છે. ખરી રીતે વિદ્યુત નવીન ઉત્પન્ન થતી નથી. પદાર્થ માત્રમાં વિદ્યુત સ્વાભાવિક હોય છે. આ **સમભાવી** સ્થિતિ કહેવાય છે પણ એ ક્રિયા થતાં ઉત્તેજિત થાય છે ત્યારે આપણને તેની અસર સમજાય છે. વળી કેટલાક પદાર્થને વિજળીવાળા પદાર્થનો સ્પર્શ કરાવવાથી વિદ્યુતવાળા થાય છે પણ તે જૂદો પ્રકાર નથી.

*ઘસવાથી વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય છે.

કાચનો સળીઓ હાથવડે પકડી કાગળના કકડા, સોનાના વરખ કે પીંછાં ઉપર ધરીએ તો કાંઇ અસર થયેલી દેખાતી નથી. હવે કાચના સળીઆ ઉપર રેશમી રૂમાલ અથવા બિલાડીનું ચામડું બીજે હાથે જોરથી ઘસીએ અને ઘસેલો સળીઓ એજ પદાર્થ ઉપર ધરીએ તો તે ઉડીને સળીઆને વળગી પડે છે કે ઝડપથી આમતેમ ફેરવતાં પદાર્થ નાચે છે અને કેટલીક વારે છૂટી ટેબલ પર પડે છે.

લાકડાની બેસણીમાં કાચની વાંકી નળી બેસાડી નળીને છેડે રેશમનો દોરો બાંધી રેશમને છેડે બરૂનો ગર બાંધી ઘસેલો સળીઓ ધરતાં ગર સળીઆ તરફ ખેંચાઇ વળગે છે અને કેટલીકવારે છૂટી દૂર જાય છે. ગરને બદલે બૂચ લટકાવતાં પણ તેમજ થાય છે.

હવે લાખની લાકડી ટેબલ પર મૂકેલા હલકા પદાર્થ ઉપર ધરતાં કશી અસર થયેલી જણાતી નથી પણ એજ લાકડીને ઊનના કોરા રૂમાલથી જોરથી ઘસી ધરતાં તેજ પદાર્થ ઉડી વળગે છે અને થોડી વારે છૂટી જૂદા પડે છે. અહીં કાચના સળીઆમાં અને લાખની લાકડીમાં સ્વાભાવિક સમભાવી

***સાધનઃ**—ટેબલપર કાગળના કકડા, સોનાના વરખ, પાછાં, બરૂના જૂના ગર, લાકડાના હાથાવાળો કાચનો સળીઓ, રેશમનો રૂમાલ, ઉનનો રૂમાલ, રૂવાંવાળું બિલાડીનું ચામડું, ને લાખની લાકડી મૂકવાં.

વિદ્યુત તો હતીજ પણ સમભાવી સ્થિતિમાં અસર કરતી નહોતી પણ ઘસવાથી ઉત્તેજિત થતાં અસર જણાઇ. આ રીતે **ઘસવાથી પદાર્થમાંની [1]વિદ્યુત ઉત્તેજિત થાય છે તે ઘર્ષણવિદ્યુત કહેવાય છે.**

ભીનાં રેશમી વસ્ત્ર સૂકાતાં તડતડ બોલે છે અને તણખા નીકળે છે અને બલાડીના શરીર ઉપર અંધારામાં હાથ ઘસાતાં તણખા નીકળે છે એ ઘર્ષણવિદ્યુતની અસર છે.

ઘર્ષણવિદ્યુતના પ્રકાર:—બે પદાર્થ ઘસતાં બન્નેમાં વિદ્યુત ઉત્તેજિત થાય છે પણ બન્ને જૂદા જૂદા પ્રકારની હોય છે તેથી વિદ્યુત બે પ્રકારની હોય છે. કાચ કે લાખની લાકડી ઉપર રેશમી રૂમાલ, ઊનનો રૂમાલ, કે બિલાડીનું ચામડું ઘસતાં તે રૂમાલ કે ચામડામાં પણ વિદ્યુત ઉત્તેજિત થાય છે; કારણ કે તેનાથી ટેબલ પરના પદાર્થ ખેંચાય છે કે નાચે છે પણ આ વિદ્યુત કાચ કે લાખની લાકડીના કરતાં[2] જૂદી જાતની હોય છે.

ઉત્તેજિત વિદ્યુતના શીઘ્રવાહક અને મંદવાહક પદાર્થ:—કેટલાક પદાર્થમાં વિજળી ઉત્તેજિત થતાં ઝડપથી આખા પદાર્થમાં પ્રસરી જાય છે તે વિદ્યુતના શીઘ્રવાહક પદાર્થ કહેવાય છે અને કેટલાક પદાર્થમાં વિજળી વહેતી નથી તે વિજળીના મંદવાહક પદાર્થ કહેવાય છે.

(૧) કાચના સળીઆ ઉપર રેશમી રૂમાલ કે બિલાડીના ચામડાથી ઘસતાં વિદ્યુત ઉત્તેજિત થાય છે પણ કાચના તમામ સળીઆમાં પ્રસરી જતી નથી. કાચના ઘસ્યા વગરના છેડા સિવાયના ભાગ ઉપર પીંછાં વગેરે ચોંટી જતાં નથી તેથી કાચ વિદ્યુતનો મંદવાહક પદાર્થ ગણાય છે. કાચની પેઠે રેશમ, ફલાલીન, લાખ, રાળ, અને રબર વિજળીના મંદવાહક પદાર્થ છે.

(૨) પિત્તળના સળીઆ ઉપર રેશમી રૂમાલ, ઊનનો રૂમાલ કે બિલાડીનું ચામડું ઘસી ટેબલ ઉપરનાં પીંછાં, કાગળના કડકા કે સોનાના વરખ પર ધરતાં

---

૧. ઘસવાથી બળ–શક્તિ વપરાય છે તેનું વિદ્યુત રૂપી શક્તિમાં રૂપાંતર થાય છે. વિદ્યુત પદાર્થ નથી; કેમકે તેમાં વજન નથી કે તે અવકાશને રોકતી નથી. વિદ્યુત માત્ર એક શક્તિ છે.

૨. આ પ્રકાર **નેગેટિવ** અને **પોઝેટિવ** નામથી ઓળખાય છે.

કૂદી વળગતા નથી કે નાચતા નથી. એજ પિત્તળના સળીઆને કાચના હાથામાં જડી ઉપર પ્રમાણે ઘસી ધરતાં પીંછાં, કાગળના કડકા કે સોનાના વરખ કૂદી વળગે છે કે નચાવતાં નાચે છે. વળી પિત્તળના દાંડાનો ગમે તે ભાગ ધરતાં તે પદાર્થ ચોંટે છે કે નાચે છે. આથી સિદ્ધ થાય છે કે પિત્તળના સળીઆના તમામ ભાગમાં વિદ્યુત પ્રસરી જાય છે. પ્રથમ સળીઆના બીજા છેડા ઉપર વિદ્યુત જતાંજ પકડનારના હાથમાં પેસે છે અને તેના શરીરમાં થઇ પગ વાટે થઇ જમીનમાં ઉતરી જાય છે તેથી સળીઆમાં વિદ્યુત નહિ રહેવાથી તેની અસર પીંછાં, કાગળના કડકા કે સોનાના વરખ ઉપર જણાતી નથી. પણ પછી કાચનો હાથો જડવાથી પિત્તળના સળીઆમાંજ વિદ્યુત અટકી રહે છે; કેમકે કાચ મંદવાહક છે તેથી તેમાં પ્રવેશ કરી શકતી નથી. આ રીતે તમામ પ્રકારની ધાતુ, પૃથ્વી, મનુષ્ય અને બીજાં પ્રાણીઓનાં શરીર, સૂતર, પાણી વગેરે વિદ્યુતના શીઘ્રવાહક—સારાવાહક પદાર્થ છે.

વિદ્યુતનું કાર્ય:—કાચના સળીઆને કે લાખની લાકડીને ચોંટેલા પદાર્થ ચોંટી રહેતા નથી પણ થોડીવારે પડી જાય છે અને પછી ઘણી વાર સુધી ફરી ચોંટતા નથી. પ્રથમ કાચ અને પદાર્થમાં સમભાવી વિદ્યુત હતી. કાચને ઘસવાથી તેમાં વિદ્યુત ઉત્તેજિત થઇ તેથી વિદ્યુતવાળો કાચ વિદ્યુત વગરનાં પીંછાં, કાગળના કકડા કે સોનાના વરખને (પોતાના કરતાં હલકા હોવાથી પોતાના તરફ) ખેંચે છે. હવે સ્પર્શથી પદાર્થમાં સળીઆમાંની વિદ્યુત દાખલ થઇ તેથી બન્નેમાં એકજ જાતની ઉત્તેજિત વિદ્યુત થઇ તેથી પદાર્થ કાચથી છૂટા પડી જાય છે અને બન્ને એકજ જાતની વિદ્યુતવાળા થવાથી ફરીથી તરત ચોંટતા નથી.

પિત્તળનો સળીઓ જમીન ઉપર ખોસીએ સળીઆના ઉપરના વાળેલા છેડા ઉપર રેશમની દોરી બાંધીએ, દોરીના લટકતા છેડાએ બરૂનો ગર બાંધીએ, આ ગર પાસે ઘસેલો કાચ કે લાખની લાકડી ધરીએ તો ગર લાકડીને વળગે છે અને થોડીવારે છૂટી જઇ દૂર જાય છે, પછી ઘસેલી લાકડી ધરતાં પાસે નહિ આવતાં ગર દૂર દૂર ખસ્યા કરે છે. એકને બદલે બે દોરી બાંધી બે ગરની ગોળીઓ લટકાવી ઘસેલો સળીઓ ધરતાં બન્ને ચોંટે છે અને

પછી બન્ને દૂર ખસે છે. આ ગર પછી લાકડી પાસે આવતા નથી તેમ બે સાથે નહિ રહેતાં એક બીજાથી દૂરના દૂર રહે છે. અહીં સળીઆમાંથી વિદ્યુત ગરમાં પ્રવેશે છે તેથી બન્નેમાં એકજ જાતની ઉત્તેજિત વિદ્યુત થતાં ગર સળીઆથી દૂર રહે છે. બે ગરમાં પણ એકજ જાતની ઉતેજિત વિદ્યુત થતાં બન્ને ગર એક બીજાથી દૂર રહે છે.

જમીનમાં ધાતુનો સળીઓ ખોસી તેના બીજા છેડા ઉપર રેશમને બદલે સૂતરની દોરી બાંધીએ અને તેના લટકતા છેડાએ બરૂનો ગર બાંધી ઘસેલો સળીઓ ધરીએ તો ગર સળીઆને ચોંટીજ રહે છે. અહીં સળીઆની વિદ્યુત ગરમાં જાય છે, ગરની વિદ્યુત સૂતરની દોરીમાં શીઘ્રવાહક હોવાથી પ્રસરે છે, સૂતરની દોરીમાંથી વિદ્યુત ધાતુના તારમાં થઇ જમીનમાં જતી રહે છે તેથી ગર વિદ્યુત વગરનો રહેવાથી વિદ્યુતવાળા સળીઆને ચોંટી રહે છે.

આ રીતે પ્રયોગો કરવાથી સિદ્ધ થાય છે કે (૧) સૃષ્ટિમાં તમામ પદાર્થ વચ્ચે વિદ્યુતનું કાર્ય થાય છે, (૨) વિદ્યુતવાળા અને વિદ્યુત વગરના પદાર્થ વચ્ચે આકર્ષણ થાય છે, (૩) એકજ જાતની વિદ્યુતવાળા પદાર્થ એક બીજાથી દૂર ખસે છે.

હવે પ્રથમની પેઠે રેશમની દોરીએ બરૂના ગરની બે ગોળીઓ લટકાવીએ અને એક તરફ રેશમથી ઘસેલો કાચનો સળીઓ ધરીએ અને બીજી તરફ ઊનથી ઘસેલી લાખની લાકડી ધરીએ એટલે બન્ને ગોળીઓ એક બીજાને વળગે છે. અહીં એક ગોળીમાં કાચમાંની વિદ્યુત અને બીજીમાં લાખમાંની વિદ્યુત પ્રવેશે છે. બન્ને ઉપર વિરૂદ્ધ પ્રકારની વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય છે તેથી બન્ને ગોળીમાં જૂદી જૂદી જાતની વિદ્યુત હોવાથી બન્ને એક બીજાને ખેંચે છે. આ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે ૧ જૂદી જૂદી જાતની વિદ્યુત એક બીજાને ખેંચે છે, ૨ જૂદા જૂદા પદાર્થો ઉપર બેમાંથી ગમે તે એક જાતની વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય છે, ૩ બે પદાર્થ ઘસતાં બન્નેમાં જૂદી જૂદી જાતની વિદ્યુત ઉત્પન્ન થાય છે.

વિદ્યુતનો ઉપયોગઃ—વિદ્યુતથી તારના સંદેશા ચાલે છે. ગાડીઓ, આગગાડીઓ, મોટરો, ટ્રામ અને અનેક પ્રકારનાં કારખાનાં, પંખા, દિવાબત્તી, લઢવાની તોપો વગેરે સાધનો ચાલુ થયાં છે.

આકાશી વિદ્યુત.

આકાશી વિદ્યુત અને કૃત્રિમ વિદ્યુત એકજ હોવાનો શોધઃ— *અમેરિકન વિદ્વાન્ ફ્રેંક્લિને આ બન્ને વિદ્યુત એકજ પ્રકારની છે એમ શોધ કર્યો હતો. બન્ને વિદ્યુત એકજ પ્રકારની હોવી જોઇએ એમ વિચાર થતાં તે નક્કી કરવાની શોધ કરતો હતો તેવામાં એક વખત ઘણો ઉંચો ચઢેલો પતંગ જોયો તેથી તેને લાગ્યું કે પતંગ મારફત આકાશી વિદ્યુત નીચે ઉતારતાં બન્ને એક હોવાનું નક્કી કરી શકાશે. પતંગની વચ્ચેની ઉભી [1]સળી ધાતુના તારની બનાવી. આ સળીના એક છેડા ઉપર ધાતુનો અણીદાર સળીઓ બાંધ્યો, પતંગને રેશમની દોરીથી બાંધ્યો, દોરીને બીજે છેડે ધાતુની કુંચી બાંધી, કુંચીના છૂટા છેડાએ રેશમની દોરી બાંધી પતંગ ઘણો ઉંચો ચઢાવ્યો, પતંગમાં થઇ વાદળાં પસાર થયાં પણ કુંચી આગળ વિદ્યુતની કાંઇ અસર થઇ નહિ તેથી ફ્રેંક્લિન નિરાશ થયો, એટલામાં વરસાદ થયો તેથી દોરી ભીંજાઇ ગઇ અને કુંચી પાસે વિદ્યુતની અસર થઇ અને બીજી જાતની વિદ્યુતનો સળીઓ કુંચી પાસે ધરતાં તણખા નીકળવા લાગ્યા તેથી બન્ને વિદ્યુત એકજ છે એમ સાબીત થતાં તેના આનંદનો પાર રહ્યો નહિ. પ્રથમ વાદળાં પ્રસાર થતાં અણીદાર તાર મારફત ઢઢ્ઢામાં વિદ્યુત પ્રવેશેલી પણ રેશમ વિદ્યુતનો મંદવાહક પદાર્થ હોવાથી દોરી મારફત નીચે ઉતરી આવી નહિ. દોરી ભીંજાઇ એટલે પાણી વિદ્યુતનો વાહક પદાર્થ હોવાથી ઢઢ્ઢામાંથી દોરી મારફત કુંચીમાં વિદ્યુત આવી તેથી અસર જણાઇ.

વિદ્યુત નિરંતર સર્વત્ર વ્યાપી રહેલી છેઃ—વાદળાં વખતેજ વાતાવરણમાં વિદ્યુત હોય છે એમ માનવાનું નથી. આકાશના સર્વ ભાગમાં ગમે તે જગોએ ગમે તે મોસમમાં એ સમભાવી સ્થિતિમાં રહેલી હોય છે પણ સ્થળ, ઋતુ, ગરમી અને ભિનાશની ભિન્નતાના પ્રમાણમાં વાતાવરણમાં

---

*બન્ને વિદ્યુત એક હોવાનો પ્રથમ વિચાર ઈ. સ. ૧૭૦૮ માં ઉવેાલ વિદ્વાનને સૂઝયો હતો પણ યુનાઇટેડસ્ટેટસના ફિલાડેલ્ફીઆના મહાન્ વિદ્વાન ફ્રેંક્લિને એ બાબત ૧૭૫૨ માં સિદ્ધ કરી હતી.

૧. પતંગ વચ્ચેની ઉભી સળી ઢઢ્ઢા કહેવાય છે.

વિદ્યુત ઓછી વત્તી અને જૂદા જૂદા ગુણવાળી—જૂદી જૂદી જાતની હોય છે. જમીનની સપાટીથી ૫ ફીટ સુધી ઘણું કરીને એક જાતની હોય છે અને ૫ ફીટ પછી ઉપર બીજી જાતની હોય છે. વળી ઉંચે જતાં તેનું પ્રમાણ વધતું જાય છે. ઘેરાયલા આકાશમાં કોઇ વાદળામાં એક જાતની તો કોઇ વાદળામાં બીજી જાતની હોય છે. બે જૂદી જૂદી જાતની વિદ્યુત વાતાવરણમાં પાસેપાસે આવતાં જોડાઇ જાય છે ત્યારે ઝબકારો થાય છે ત્યારે વિજળી થઇ કહેવાય છે.

વિજળીના ઝબકારાનું સ્વરૂપ:—ઝબકારા કોઇ વાર અલ્પ, કોઇ વાર બહુ લાંબા, કોઈ વાર સર્પાકાર અને કોઇ વાર બોડાં ડાળ આકારના થાય છે. કોઇ વાર બહુ ભારે ગડગડાટ સાથે ભયભીત કરે તેવી થાય છે. બન્ને પ્રકારની વિદ્યુત વધુ પ્રમાણમાં હોય ત્યારે મેળાપ થતાં ઝબકારો મોટો થાય છે. વાદળાં ન હોય ત્યારે પણ બે જૂદી જૂદી જાતની વિદ્યુતવાળા વાયુ અથડાવાથી ઝબકારા થાય છે.

આકાશમાંથી વિદ્યુતનું પડવું:—વિજળીનો ઝબકારો વાદળાંથી પૃથ્વી સુધી પથરાઇ જાય છે ત્યારે વિજળી પડી કહેવાય છે. પૃથ્વી સુધી કે પૃથ્વીપરના પદાર્થ સુધી ઝબકારો પથરાતાં પૃથ્વીમાં કે પદાર્થમાં થઇ પૃથ્વીમાંજ સમાઇ જાય છે. પૃથ્વીપરની જૂદી જાતની વિદ્યુતની સાથે આકાશી જૂદી જાતની વિદ્યુતનો સંયોગ થાય છે ત્યારે આકાશી વિદ્યુત કરતાં પૃથ્વીપરની વિદ્યુત વધુ પ્રમાણમાં હોવાથી આકાશી વિદ્યુત ખેંચાઇ આવી સંયોગ પામે છે.

વિજળી પડવાથી થતી અસર:—ઉંચી ઇમારતો, ઉંચાં ઝાડો અને પહાડો પૃથ્વી કરતાં વાદળાંની નજીક હોવાથી બે વિદ્યુતનો સંસર્ગ થવાનો સંભવ વિશેષ હોય છે તેથી તેમના ઉપર વિદ્યુત વિશેષ પડે છે. અણીદાર વસ્તુઓ, શિખર બંધી ઉંચાં મકાનો અને વિદ્યુતના સારા વાહક પદાર્થો ઉપર વિદ્યુત વિશેષ પડે છે. વિજળી પડવાથી ઘણીવાર ભારે નુકશાન થાય છે. તે મોટાં કિંમતી મકાનોને તોડી નાખે છે. ઘરપર પડતાં ઘરમાં વપરાયેલો ધાતુનો સામાન વિદ્યુતને ખેંચે છે તેથી ઘર ભાંગી વિશેષ છિન્ન ભિન્ન થઇ જાય છે. વિદ્યુત પડતાં જલદી સળગી ઉઠનારા પદાર્થો સળગી ઉઠે

છે, ધાતુઓને તાવી નાખે છે અને ઘણીવાર ઇમારતોને ખસેડી નાખે છે. જે ઝાડ, જાનવર કે મનુષ્યના ઉપર પડે છે તેનો નાશ થાય છે અને કોઇ-વાર દૂર ઉભેલા માણસના પણ પ્રાણ જાય છે. વિદ્યુત લોઢા પર પડે છે ત્યારે તેમાં લોહચુંબકની અસર આવે છે. વિદ્યુત પડયા પછી ઑઝોન વાયુની વાસ આવે છે—ઑકસીજન વાયુ સંકોચાઇ ઑઝોન બને છે અને તેથી હવામાં સુધારો થાય છે.

પડતી વિદ્યુતથી થતું નુકશાન અટકાવવાની કળાઃ—વિદ્યુત વાહક સળીઆ તાંબાના કે લોઢાના રાખવામાં આવે છે. સળીઆને તળિયે તાંબાના કે લોઢાના બે ત્રણ તાર મજબૂત જડી જમીનમાં ઉંડા કૂવામાં કે ભિનાશમાં કે ખાડામાં ઉતારવામાં આવે છે. સળીઓ જાડો અને પહોળો રાખવામાં આવે છે તેથી વિદ્યુત પ્રસાર થતાં પીગળી જતો નથી. સળીઆનો ઉપરનો છેડો મકાનના કરતાં ૬ થી ૧૦ ફીટ ઉંચો અને અણીદાર રાખવામાં આવે છે. કેટલીકવાર ત્રણ ચાર અણીદાર છેડા રાખવામાં આવે છે. ઇમારત ઉપર ધાતુનાં છાપરાં વગેરે હોય તો તાર મારફત સળીઆને જોડી દેવામાં આવે છે. સળીઆને મકાનની દિવાલ વગેરેનો સ્પર્શ થવા દેવામાં આવતો નથી. સળીઆને અલગ રાખવા મંદવાહક કાચમાં રાખવામાં આવે છે. વિદ્યુત મકાનપર પડતાં અણીદાર સળીઆનો સ્પર્શ થતાં જમીનમાં ઉતરી જાય છે તેમ આજુબાજુ પડતી વિદ્યુતને ખેંચી જમીનમાં ઉતારી દે છે. જેમ સળીઓ છાપરાથી વધુ ઉંચો તેમ આજુબાજુ વધુ રક્ષણ થાય છે. વળી સળીઓ વિદ્યુતને હમેશાં સમતોલ રાખી શકે છે તેથી વિદ્યુત પડવાનો ભય કમી થઇ જાય છે.

વીજળીનો વેગઃ—બે જૂદી જૂદી જાતની વિદ્યુતવાળાં વાદળાં કે વાયુ અથડાવાથી ઝબકારો થાય છે અને સાથેજ અવાજ—ગડગડાટ થાય છે પણ ઝબકારો વહેલો દેખાય છે અને અવાજ પાછળથી સંભળાય છે. અવાજનો વેગ દર સેકન્ડે ૧૧૨૦ ફીટ ગણાય છે. અવાજ, ઝબકારા પછી લગભગ ૫ સેકન્ડે સંભળાય છે તેથી વિદ્યુતનો વેગ દર સેકન્ડે ૧૧૨૦ × ૫ = ૫૬૦૦ ફીટ ગણાય છે.

ચુંબક-લોહચુંબક.

લોહચુંબકનો શબ્દાર્થ:—ચુંબક-ચુંબનાર-વળગનાર. લોહચુંબક-લોઢાને વળગનાર.

ચુંબકનાં નામ:—ચુંબક, લોહચુંબક, લોહકાંત, અયસ્કાંતમણિ, ચમકબાણ, વગેરે લોહચુંબકનાં નામ છે.

પેદાશનાં સ્થળ:—અયસ્કાંતમણિ નામના પત્થર સ્વીડન અને એશિયામાઇનર પ્રદેશમાં મળી આવે છે તેમાં લોહચુંબકનો ગુણ હોય છે. મજબેલ લોઢામાં ચુંબકનો ગુણ દાખલ કરી બનાવટી લોહચુંબક બનાવવામાં આવે છે. હાલમાં મુખ્યત્વે બનાવટી લોહચુંબક વપરાય છે.

ચુંબકના ગુણ:—લોઢાના વ્હેર ઉપર ચુંબક ધરતાં વ્હેર ઉડી ચુંબકને વળગે છે અને ગુરછા જેવો આકાર થાય છે. ચુંબક સિવાયના લોઢાને વ્હેર વળગતો નથી. રકાબીનાં સોય મૂકી નીચે લોઢું ફેરવતાં સોય ફરતી નથી પણ ચુંબક ફેરવતાં સોય પાછળ પાછળ ફરી નાચે છે. બે સોયને ઉંચા અધર બાંધી લટકાવીએ અને દરેક પાસે એકેક ચુંબક ધરીએ તો ચુંબક તરફ ખેંચાય છે અને મરજીમાં આવે તે દિશામાં સ્થિર રખાય છે. સોયોને બદલે પેન્સીલો કે ત્રાંબા પિત્તળના તાર રાખતાં પણ એમજ બને છે. આ રીતે ચુંબકમાં પદાર્થને ખેંચવાનો ગુણ છે તે ચુંબકગુણ કહેવાય છે.

ચુંબકગુણ છેડે હોય છે:—ચુંબકના છેડા પર કુંચી કે સોય વળગે છે પણ વચમાં વળગતી નથી. લોઢાનો ભૂકો ચુંબકના છેડા પર વળગે છે અને વચમાં વળગતો નથી. ચુંબકને સોય કે કુંચી વળગે છે એટલે તે કુંચી કે સોયના બીજા છેડા ઉપર બીજી સોય કે કુંચી વળગે છે પણ સોય કે કુંચીના વચલા ભાગ ઉપર વળગતી નથી. આ રીતે ગમે તેટલી સોયો કે કુંચીઓ વળગાડતાં બે છેડેજ ચુંબક ગુણ દાખલ થાય છે. ભૂકાને પણ બે છેડે એ ગુણ દાખલ થાય છે તેથી એક કણને બીજો અને બીજાને ત્રીજો એમ ચોંટી જતાં ગુચ્છો થાય છે. ચુંબકના કે ચુંબકવાળી સોયના વિભાગ કરતાં જે ભાગ થાય છે તે ભાગના બન્ને છેડા ઉપરજ ચુંબક

ગુણ રહે છે. સોય, કુંચી કે વ્હેર છૂટા પડતાં ચુંબકગુણ જતો રહે છે ત્યારે છેડા રહેતા નથી.

ચુંબકના છેડાનાં નામ:—સોયને વચમાં જરા કાપ મૂકવો, બન્ને ભાગ ઉપર ચુંબકને ૧૫–૨૦ વાર ઘસવું એટલે સોય ચુંબક બનશે. આ સોયને બુચમાં ખોસી પાણી ભરેલી રકાબીમાં મૂકવી એટલે તરતી સોયનો એક છેડો ઉત્તર દિશાએ અને બીજો છેડો દક્ષિણ દિશાએ રહેશે. બુચને પાંચ સાત ચક્કર મરાવી મૂકી દેતાં પણ ઉત્તર દક્ષિણ દિશાએજ સોય સ્થિર થશે. લોહચુંબકને દોરીવડે અધર રાખતાં પણ ઉત્તર દક્ષિણ સ્થિર થશે. આ રીતે ચુંબકનો ગુણ ઉત્તર દક્ષિણ દિશા તરફ રહેવાનો છે તેથી ઉત્તર તરફનો ઉત્તર છેડો–ઉત્તર પ્રાન્ત અને દક્ષિણ તરફનો દક્ષિણ છેડો–દક્ષિણ પ્રાન્ત કહેવાય છે.

ચુંબકના છેડાનો ગુણ:—વિદ્યુતની પેઠે બે ઉત્તર કે બે દક્ષિણ છેડા એક બીજાથી દૂર રહે છે પણ દક્ષિણ અને ઉત્તર છેડા પાસે આવતાં એક બીજાને વળગે છે.

હોકાયંત્ર.

હોકાયંત્રની વ્યાખ્યા:—ઉત્તર દક્ષિણ દિશામાં રહેવાનો ચુંબકનો ગુણ છે તેથી ઉત્તર દક્ષિણ દિશા નક્કી કરવા ચુંબક ગુણવાળી સોય વપરાય છે તે હોકાયંત્ર કહેવાય છે. આ યંત્ર પાસે લોહચુંબક હોય નહિ ત્યાં સુધી તે ઉત્તર દક્ષિણ દિશા તરફજ રહે છે.

હોકાયંત્ર બનાવવાની રીત:—આ યંત્રમાં ૧ ચુંબક ગુણવાળી સોય, ૨ દિશા અને ખૂણાના નામવાળો છાપેલો આંકાવાળો જાડો કાગળ–કાર્ડ, ૩ કાગળ અને સોયને ગોઠવવાની ચાંદી જેવી ચળકતી ગોળ દાબડી એ ત્રણ વસ્તુની જરૂર પડે છે. કાગળને સોય સાથે ઉપર જડી લેવામાં આવે છે તેથી સોય સાથે કાગળ ઉત્તર દક્ષિણ આમતેમ હાલતો રહે છે. સોય ફરી જાય તો કાગળ પણ ફરી જાય છે. દાબડી ગમે તેમ ફેરવીએ તો પણ કાગળને જડેલી સોય ઉત્તર દક્ષિણ તરફજ રહે છે. કેટલાંક હોકાયંત્રોમાં

કાગળ નીચે રાખી સેાય ઉપર રાખે છે અને બન્નેને જડી નહિ લેતાં સેાય છૂટી રાખવામાં આવે છે. આ બીજા પ્રકારના યંત્રની દાબડી નાની હેાય છે.

હેાકાયંત્રનેા ઉપયેાગઃ—ભર સમુદ્રમાં આકાશ અને પાણી વગર કાંઇ દેખાતું નથી, ઘણીવાર દિશા ભ્રમ થાય છે, આવેા વખત આવતાં હેાકાયંત્રથી દિશા નક્કી કરવાનું સહજ ભાન થાય છે. સમુદ્રમાં દિશા નક્કી કરવા પહેલા પ્રકારનાં મેાટાં હેાકાયંત્ર વપરાય છે. [1]કપ્તાન અને [2]માલમ હેાકાયંત્ર ઉપરથી માર્ગ જાણી શકે છે. હેાકાયંત્ર વગર દિશા ભૂલતાં ખડક સાથે વહાણુ અથડાવાની દહેશત રહે છે કે ઉલટી કે ખેાટી મુસાફરી થઇ જાય છે. હેાકાયંત્ર વગર પૂર્વની દરિયાઈ મુસાફરી બહુ મુશ્કેલ થઇ પડતી હતી. તે વખતે દિવસે સૂર્ય અને રાત્રે ચંદ્ર, તારા વગેરે ઉપર આધાર રાખવેા પડતેા, છતાં દિશાભ્રમ થતાં હરકત આવતી અને વાદળાં કે ધૂમસ થતાં કાંઇ સમજ પડતી નહિ. ઘણી ખરી મુસાફરી કાંઠે કાંઠે થતી તેથી રસ્તા લાંબા થતા પણ ૮૦૦ વર્ષથી હેાકાયંત્રની શેાધ થવાથી મુસાફરી સુગમ થઇ છે. જમીન પર નકશા કાઢવાને અંતર શેાધવામાં હેાકાયંત્ર બહુ ઉપયેાગી થાય છે. બીજા પ્રકારનું હેાકાયંત્ર ખીસ્સામાં રખાય તેવું હેાય છે. કેાઇ ખીસ્સાના ઘડીઆળના અછેાડા સાથે રાખે છે. આ યંત્ર જમીન ઉપર મુસાફરી કરતાં ખપ લાગે છે.

હવાની ઘટના.

શબ્દાર્થ:—હવાની ઘટના—હવાની બનાવટ—હવા શાની બની છે તે.

હવાનું બંધારણ:—હવાને આપણે નજરે જોઇ શકતા નથી પણ સ્પર્શથી અને અસરથી જાણી શકીએ છીએ. હવાને આપણા શાસ્ત્રમાં[3] તત્વ

---

1 કપ્તાન=વહાણુ-બેાટનેા મુખ્ય અમલદાર. 2 માલમ=કપ્તાનના હાથ નીચેનેા અમલદાર.

3 જેનું પૃથક્કરણ કરતાં બીજું કાંઇ નીકળે નહિ તે તત્ત્વ કહેવાય છે; જેમકે સેાનાનું પૃથક્કરણ કરતાં સેાના સિવાય તેમાં બીજું કાંઇ નીકળતું નથી તેથી સેાનું તત્ત્વ કહેવાય છે.

ગણેલું છે પણ શોધ ખોળથી હવે સાબીત થયું છે કે હવા તત્ત્વ નથી પણ મિશ્ર પદાર્થ છે; કારણ કે તે કેટલાક પ્રકારના વાયુ મળીને બનેલી છે. હવા અદશ્ય હોવા સાથે અતિ પારદર્શક છે. જુદા જુદા વાયુ મળીને થયેલી હવા વાયુનાથી જૂદા ગુણવાળો રસાયનિક પદાર્થ બન્યો નથી પણ મેળાપ-થી માત્ર હવાજ બની છે.

હવામાંના મુખ્ય વાયુ અને બીજા પદાર્થોનાં નામ:— +હવામાં નાઇટ્રોજનવાયુ, ઓક્સીજનવાયુ, કાર્બોનિક ઍસિડવાયુ, એમોનિઆ વાયુ અને પાણીની વરાળ તેમજ ઉડતી રજ ભળેલાં હોય છે. આ વાયુઓમાં સૌથી વધારે નાઇટ્રોજન અને બીજા નંબરે ઓકસીજન છે તેથી હવામાં આ બેજ વાયુ છે એમ ગણાય છે.

હવામાંના ઓકસીજન અને નાઇટ્રોજન વાયુ જાણવાની રીત:-

પ્રયોગ:— ૧ કાચની પારદર્શક બરણીને અંદરથી ભીની કરી લોઢાનો સ્વચ્છ વ્હેર પાથરતાં ચોંટી જાય છે. વ્હેર છૂટો વેરવો ન હોય તો મલમલની કોથળીમાં ભરી કોથળીને ભાંજાવી શીશામાં તળિયેથી ઉંધી લટકાવવી. છાછર થાળી કે રકાબીમાં પાણી ભરી વ્હેરવાળી બરણી કે શીશો ઉંધાં પાડી મૂકવાં. પાણીને લીધે બરણી કે શીશાની હવા બહારની હવાથી જૂદી પડી જાય છે. બરણી કે શીશો અદશ્ય હવાથી ભરેલાં છે. તેને કેટલાક દિવસ એજ સ્થિતિમાં રહેવા દેતાં રકાબીમાંનું પાણી બરણી કે શીશામાં ઉંચું ચઢવા માંડે છે. ધીમે ધીમે શીશા કે બરણીમાં લગભગ ૫ મા ભાગમાં પાણી ભરાય છે. બરણી કે શીશામાંથી હવા બહાર નીકળી નથી છતાં શીશામાં લગભગ ૫ મા ભાગની હવા કમી થાય છે અને તેની જગોએ પાણી ચઢ્યું છે. તપાસ કરતાં જણાશે કે લોઢાના સ્વચ્છ વ્હેર ઉપર કાટ ચઢયો છે. હવે બરણી કે શીશાને ગમે તેટલા દિવસ રાખી મૂકતાં પાણી ઉંચું ચઢતું નથી, અને વાયુ કમી થતો નથી. આ લગભગ ૫ મા ભાગની હવા કમી થઈ તે ઓક્સીજન વાયુ છે. લોઢાના વ્હેરનો ભૂરો ભૂકો—કાટ

+ નાઇટ્રોજન સેંકડે ૭૮ ટકા, ઑકસીજન ૨૦.૭ ટકા, કાર્બોનિકઍસિડ .૦૪ ટકા, એમોનિઆ .૦૧ ટકા, વરાળ અને બીજી રજ ૧.૨૫ ટકા હોય છે.

કરવામાં હવામાંનો ઓક્સીજન હતો તે વપરાઇ ગયો અને તેટલી જગો પાણી વડે રોકાઈ. આ શીશાને ધીમેથી ખસેડી બળતી મીણબત્તી દાખલ કરતાં તરત બુજાઇ જાય છે. હવામાં બળતી મીણબત્તી હોલવાતી નથી પણ આ શીશાની હવામાં હોલવાઇ જાય છે તેથી શીશાની હવા સાધારણ હવા કરતાં જૂદી જાતની છે એમ સમજાય છે. બળતું ચાલુ રાખનાર પવન જતો રહ્યો તે ઓક્સીજન છે અને બાકી રહ્યો તે નાઇટ્રોજન કહેવાય છે.

૨. છાછર રકાબીમાં પાણી ભરી વચમાં કોરી તાસક મૂકવી. આ તાસકમાં રકાબીનું પાણી પેસવા દેવું નહિ. રકાબીમાં બે તરફ મુખવાળી કાચની બરણી ઉંધી વાળવી. બરણીની બહાર અને અંદર રકાબીમાંનું પાણી રહે છે તેથી બરણીમાં નીચેથી હવા પેસી શકતી નથી. શાહીચૂસ કાગળથી વટાણા જેવડો ફૉસ્ફરસ કોરો કરી અંદરની તાસકમાં સળગાવી બરણીનું ઉપરનું મુખ બંધ કરી દેવું એટલે બરણીમાંની હવા બહારની હવાથી જૂદી પડી જાય છે. ફૉસ્ફરસ તાસકમાં બળ્યા કરે છે. ફૉસ્ફરસ બળતાં ધુમાડો અંદર થાય છે તે પાણીમાં શોષાઇ જાય છે. બળતું હોલવાઇ જાય છે એટલે ધીમે ધીમે બરણીમાં પાણી ઉંચું ચઢવા માંડે છે. ચઢી સ્થિર થતાં ૧/૫ ભાગની બરણી પાણીથી ભરાય છે. અહીં ફૉસ્ફરસને બાળવામાં ૧/૫ ભાગનો પવન વપરાઇ ગયો. બળતું ચાલુ રહ્યું ત્યાં સુધી બાકીનો ૪/૫ ભાગનો પવન ગરમ રહેતાં બાટલીમાં પ્રસર્યો તેથી પાણી તરત ચઢ્યું નહિ પણ બળતું હોલવાતાં હવા સંકોચાઈ તેથી ૧/૫ બળી ગયેલા પવનની જગોએ પાણી ચઢ્યું. આ ૧/૫ ભાગનો બળી ગયેલો પવન તે ઑક્સીજન છે અને બાકી ૪/૫ ભાગનો પવન બાટલીમાં રહ્યો તે નાઇટ્રોજન કહેવાય છે.

આ રીતે દુનિયામાં ગમે તે સ્થળે અને ગમે તે સમયે પ્રયોગ કરતાં હવામાં ૧/૫ ભાગ ઑક્સીજન અને ૪/૫ ભાગ નાઇટ્રોજન છે એમ સાબીત થાય છે.

હવામાં ઑક્સીજન અને નાઇટ્રોજન સિવાય રહેલા પદાર્થઃ—
હવામાં વરાળ, કાર્બોનિક ઍસિડવાયુ, ઍમોનિયાવાયુ, સેંદ્રિય (ઇંદ્રિયવાળાં) સૂક્ષ્મ જન્તુઓ, ધૂળ અને બીજા પદાર્થની રજકણો ભળેલાં હોય છે પણ એ સર્વ મળી સેંકડે ૧·૩ ટકા હોવાથી હવામાં માત્ર ઑક્સીજન અને નાઇટ્રોજન વાયુજ છે એમ કહેવાય છે.

હવામાંના વાયુઓના ગુણ.

ઑક્સીજનવાયુનો ગુણઃ—ઑક્સીજનવાયુને રંગ નથી, સ્વાદ નથી અને વાસ નથી. એ બાળતાં બળતો નથી પણ બીજી વસ્તુ સાધારણ હવામાં બળે છે તેના કરતાં એકલા ઑક્સીજનમાં જોરથી બળે છે એટલે કે એ બળતાને બાળવામાં મદદ કરે છે. ઑક્સીજનથી ભરેલા શીશામાં ધગધગતો અંગારો, ચણગારીવાળું લાકડાનું છોડીઉં, કોલ્સો, તપાવેલો ગંધક કે લોખંડી તાર દાખલ કરતાં ભડકો થાય છે એટલે ભડકાથી બળે છે. હવામાંથી ઑક્સીજન જતો રહે તો સૃષ્ટિમાં બળતું ચાલુ રહેજ નહિ. હવામાં પદાર્થ બળે છે ત્યારે ઑક્સીજન તે પદાર્થનાં કેટલાંક તત્ત્વો સાથે મળી ઑક્સાઇડ બનાવે છે. ધાતુ સાથે ઑક્સીજન મળી ધાતુને બાળે છે. આ બાળવું બહુ ધીમે ચાલે છે. આમ ધાતુ બળતાં કાટ થાય છે તે ઑક્સાઇડ કહેવાય છે. પારા સાથે ઑક્સીજન મળી પારાનો ઑક્સાઇડ–સિંદૂર બને છે. ફૉસ્ફરસ ઑક્સીજન સાથે મળતાં તરત સળગી ઉઠે છે તેથી પાણીમાં રાખવો પડે છે. તે કાર્બન સાથે મળી કાર્બોનિક ઍસિડ બનાવે છે. મીણબત્તી કે તેલ દિવેલમાંના મીણ કે ચરબી અને વાટમાંના કાર્બન સાથે ઑક્સીજન મળતાં કાર્બોનિક ઍસિડ બને છે અને તેમાંના હાઇડ્રોજન સાથે મળી ગરમ પાણી—વરાળરૂપ થઇ ઉડી જાય છે. લોહીમાંના કાર્બન સાથે મળતાં ફેફસાંમાં કાર્બોનિક ઍસિડ અને હાઇડ્રોજન સાથે મળતાં બાષ્પ થઇ ઉચ્છ્વાસ નીકળી જાય છે. આ કારણથી આ દહનક્રિયા ચાલુ રહેવાથી બીજા પદાર્થો કરતાં પ્રાણીઓના શરીર વધુ ગરમ રહે છે અને ઝાડ નીચે ગરમી જણાય છે—હુંફ વળે છે. શરીરમાં ગરમી વધારવી હોય તો દહનક્રિયા જોસથી ચાલુ થાય તેવા ચરબીવાળા (કાર્બન+હાઇડ્રોજન તત્ત્વવાળા) ઘી, તેલ વગેરે પદાર્થ ખાવા જોઇએ. ઑક્સીજનથી બળતું ચાલુ રાખવા ચીમનીમાં નીચેથી પવન પ્રવેશવાની ગોઠવણ કરેલી હોય છે. નીચેથી હવા પેસવાનું બંધ થતાં બત્તી હોલવાઇ જાય છે. ભૂંગળીમાંની હવા ધકેલી બળતા ઉપર મોકલતાં હવામાંના ઑક્સીજનથી ચૂલામાં લાકડાં જોસથી બળે છે. ઑક્સીજન વગર મનુષ્ય કે પ્રાણીઓના ફેફસામાં દહનક્રિયા થતી નથી તેથી એ

પવન વગર પ્રાણીઓ જીવી શકતાં નથી. ઑક્સીજન પાણીમાં થોડો ઓગળે છે તેથી પાણીમાંનાં પ્રાણીઓના જીવનને ઉપયોગી થાય છે.

આક્સીજન કાઢવાની-તૈયાર કરવાની રીત:—(૧) ચંબુમાં સિંદૂર નાખી ખૂબ તપાવતાં પારો અને ઑક્સીજન જૂદાં પડે છે. ગરમીથી જૂદો પડેલો પારો વરાળ થઈ નળી વાટે બાજુ પર ઉતરી ઠંડો પડી ઠરે છે અને ઑક્સીજન બહાર નીકળે છે તે ચણગારી ધરતાં ભડકો થવાથી સમજાય છે. આ નીકળતો ઑક્સીજન શીશામાં (બીજી રીત પ્રમાણે) ભરી શકાય છે. (૨) પોટાસ્યમ ક્લોરેટ + મેંગનીજડાયઑક્સાઈડ (ક્રમે ૪ અને ૧ તોલો) તાંબાના વાસણમાં મૂકી તળે ગરમી કરવી. ખૂબ ગરમી થતાં પોટાસ્યમ ક્લોરેટમાંનો ઑક્સીજન નીકળી જાય છે અને પાછળ પોટાસ્યમ ક્લૉરાઈડ રહે છે અને મેંગેનીજડાયઑક્સાઈડ હતો તેવોજ પડી રહે છે. આ પડી રહેનારો ઑક્સાઈડ થોડી ગરમીથી પોટાસ્યમ ક્લોરેટમાંના ઑક્સીજનને બહાર કાઢવામાં મદદ કરે છે અને તેથીજ તેને અંદર ઉમેરવામાં આવે છે. વાસણને રબરની નળી જોડી ઉપરથી બંધ કરી દેવું. રબરની નળી તપેલામાં લઇ જઇ બીજો છેડો પાણીમાં ઉંધી પાડેલી બાટલીમાં દાખલ કરવો. ઑક્સીજન છૂટો પડી નળી વાટે બાટલીમાં જાય છે અને પાણી વાસણમાં નીકળી જાય છે. એ રીતે ઑક્સીજન એકઠો કરાય છે.

સૃષ્ટિમાં ઑક્સીજનનું પ્રમાણ:—વાતાવરણમાંનો ઑક્સીજન માત્ર છૂટો છે અને બાકીનો તમામ બીજાં તત્ત્વો સાથે મળી ગયેલો છે. આ રીતે સૃષ્ટિમાં જેટલો ઑક્સીજન છે તેનો ૨૦ લાખમો ભાગજ માત્ર છૂટો છે. હાલના કરતાં વધુ પ્રમાણમાં છૂટો આક્સીજન હોત તો અતિ ગરમી થતાં સૃષ્ટિ નહોત, ઘન કે પ્રવાહી પદાર્થજ નહોત અને પ્રાણી કે વનસ્પતિ જીવી શકત નહિ. સૃષ્ટિ માત્ર બળતા વાયુરૂપે બની જાત.

નાઇટ્રોજન વાયુનો ગુણ:—આ વાયુ જાતે બળતો નથી અને બળવામાં મદદ કરતો નથી તેથી એમાં સળગતી દીવાસળી કે મીણબત્તી મૂકતાં હોલવાઇ જાય છે. આ વાયુને રંગ નથી, વાસ નથી અને સ્વાદ નથી. એમાં પ્રાણી જીવી શકતું નથી; કેમકે ગરમી ચાલુ રાખવાની એનામાં શક્તિ

નથી. નાઇટ્રોજનવાયુથી ભરેલા શીશામાં ઉંદર મૂકતાં તરત મરી જાય છે. ઑક્સીજનની પેઠે બીજાં તત્ત્વો સાથે તરત સંયોગ પામતો નથી. એ વાયુ જાતે ઝેરી નથી છતાં ઘણા ઝેરી પદાર્થોમાં એ દેખાય છે. આ વાયુ હવામાં ભળેલો હોય છે અને પ્રાણીઓના શરીરના ઝીણા તંતુઓમાં હોય છે.

નાઇટ્રોજન વાયુનો ઉપયોગઃ—સ્વતંત્ર ઑક્સીજન બહુ દાહક હોવાથી પ્રાણીઓથી સહન થઇ શકતો નથી પણ તેની સાથે નાઇટ્રોજન વાયુ મળી પ્રાણીઓને ઉપયોગી થાય તેવો બને છે, તેથી એ વાયુ પ્રાણીઓના અને વનસ્પતિના જીવનને બહુ જરૂરનો છે.

કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુના ગુણ:—આ વાયુ હવા કરતાં ભારે છે તેથી પૃથ્વી અને પાણીની સપાટી ઉપર વાતાવરણમાં નીચે રહે છે અને ઉંચો ચઢતો નથી. ભારે હોવાથી શીશામાં ઉપરથી રેડતાં નીચે બેસે છે અને અંદરની હવા બહાર નીકળી જાય છે એટલે આ વાયુ રેડીને શીશા ભરી શકાય છે. એને રંગ નથી અને વાસ નથી. એ જાતે બળતો નથી અને દહનક્રિયાને બંધ પાડે છે. બળતી મીણબત્તી ઉપર આ વાયુ રેડતાં હોલવાઇ જાય છે. હવામાં સેંકડે ૧૪ ટકા આ વાયુ હોત તો દીવો સળગતજ નહિ. કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુથી ભરેલી બાટલીમાં ચૂનાની પરાળ નાંખતાં દૂધ જેવી ધોળી બની જાય છે અને કેટલીક વારે સફેદ સાંકો તળે ઠરે છે. રકાબીમાં ચૂનાનું પાણી રાખી હવામાં મૂકતાં હવામાંના કાર્બોનિક ઍસિડથી ધોળું પડ ઉપર બાઝે છે. ચૂનાના પાણી ઉપર ફુંક મારતાં ઉચ્છ્વાસના કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુથી પણ ધોળું પડ બાઝે છે. આ વાયુ પાણીમાં ઓગળે છે. કાર્બોનિક ઍસિડની બાટલીમાં થોડું પાણી રેડી મુખ ઉપર હાથ મૂકીએ તો જોર કરવું પડે છે, કેમકે નીચેના ભારે વાયુના દબાણને લીધે ઉપરના હવાના હલકા વાયુનું દબાણ કમી હોય છે. હવે બાટલીને જોરથી મુખ ઉપર હાથ રાખીને હલાવતાં પ્રથમના જેટલું જોર કરવું પડતું નથી; કેમકે અંદર કેટલોક કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુ પાણીમાં ઓગળી જતાં બાકીનો અવકાશ વધતાં ફેલાઇને પાતળો થાય છે તેથી અંદરથી જોર કમી થાય છે. આ વાયુ ઓગળેલું પાણી પીતાં સોડા વૉટ-

રની પેઠે જીભને ચચરાવે છે. ઘનપદાર્થ ઠંડા પાણીમાં કમી અને ગરમ પાણીમાં વધુ ઓગળે છે, પણ આ કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુ ઠંડા પાણીમાં વધુ ઓગળે છે અને ગરમ પાણીમાં ગરમ થતાં હલકો થઈ નીકળી જાય છે. હવામાં થઇ વરસાદ વરસતાં પાણીમાં થોડો ઓગળે છે. આ વાયુ ઉપર દબાણ કરતાં પાણીમાં ઓગળે છે પણ દબાણ ખસતાં પાણી ઉપર તરી આવે છે. સોડાવૉટર, લૅમોનેડ વગેરેમાં આ વાયુ ઓગળેલો હોય છે તેથી બાટલીના બુચનું દબાણ ખસતાં ઉપર આવવા જોર કરી પાણી ઉભરા રૂપે ઉંચું આવે છે. આ વાયુથી ઓગળેલું પાણી જોરથી ઉકળે છે. એ પ્રાણઘાતક છે તેથી એમાં પ્રાણી મૂકતાં મરી જાય છે.

કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુનો ઉપયોગઃ—આ વાયુ પ્રાણીને હાનિકારક પણ વનસ્પતિને બહુ ઉપયોગી છે. વનસ્પતિનું શરીર કાર્બન છે. વનસ્પતિ પાંદડાં વાટે હવામાંના કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુને શોષે છે. *કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુ કાર્બન ઑાકસીજનથી બને છે. સૂર્યપ્રકાશની મદદથી પાંદડાંમાં કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુનું પ્રથક્કરણ થાય છે અને કાર્બન તથા ઑાકસીજન જૂદાં પડે છે. ઑાકસીજન પાંદડાંનાં છિદ્રોમાંથી બહાર નીકળી જાય છે અને કાર્બન વનસ્પતિના શરીરમાં શોષાઇ તેનું શરીર બંધાય છે. રાત્રે સૂર્યપ્રકાશ નહિ હોવાથી વનસ્પતિ ઑાકસીજન લે છે અને છિદ્રોદ્વારા કાર્બોનિક એસિડ વાયુને બહાર કાઢે છે. પણ રાત્રે આ ક્રિયા બહુ ધીમી ચાલે છે તેથી દિવસે શોષેલો ઘણો કાર્બન વનસ્પતિના શરીરમાં રહી જાય છે.

પ્રાણીઓ રાત્રિ દિવસ ઑાકસીજન લે છે અને કાર્બોનિક ઍસિડને ઉચ્છ્વાસ-વાટે બહાર કાઢે છે. દિવસે પ્રાણીઓએ કાઢેલો કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુ વન-

---

* ૧ ભાગ કાર્બન + ૨ ભાગ ઑાકસીજન=૩ ભાગ કાર્બોનિક ઍસિડ. કાર્બન ઘન પદાર્થ છે, પણ પાચનક્રિયાથી ગરમ થતાં ઑાકસીજન સાથે સંયોગ પામે છે, મૂળ વાટે ઓગળેલો ક્ષાર જમીનમાંથી ઝાડમાં ચઢે છે પણ એનું રૂપ બદલાયા વગર (સ્ટાર્ચ થયા વગર) ઝાડનું પોષણ થતું નથી. વનસ્પતિને પણ પાચન-ક્રિયાની જરૂર પડે છે અને પાચનક્રિયા પાદડામાં ચાલે છે. છાયામાં આ ક્રિયા બરાબર થતી નથી તેથી ઝાડ પોષાતાં નથી. ક્ષાર અને કાર્બોનિક ઍસિડ મળતાં સ્ટાર્ચ થાય છે.

સ્પતિ શોષી ઑક્સીજન બહાર કાઢે છે તે પ્રાણીઓને ઉપયોગી થાય છે આ રીતે પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિની ઉલટી ક્રિયા એક બીજાને ઉપયોગી થાય છે પણ રાત્રિમાં બન્ને ઑક્સીજન લઇ કાર્બોનિક ઍસિડ બહાર કાઢે છે તેથી બન્નેને નુકશાન થાય છે પણ રાત્રિની ઝાડની ધીમી ક્રિયાથી નુકશાન નજરે જણાતું નથી. સૃષ્ટિમાં પ્રાણી અને વનસ્પતિ બન્ને હોવાથી વાતાવરણ બગડી જતું નથી. ઉલટી ક્રિયા થતી ન હોત તો બન્નેને ઉપયોગી વાયુ ઘટી જાત. પાણીમાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિ બન્ને હોય તો પાણી ચોકખું રહે છે. એમાંથી એક જતાં પાણી બગડે છે.

કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુ ઉત્પન્ન થવાનાં કારણ:—હવામાં કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુ ૧૦૦૦૦ ભાગે માત્ર ૪ ભાગ જેટલો છે. આ કરતાં વધુ પ્રમાણ થતાં પ્રાણીઓને હાનિ થાય છે. પ્રાણીઓની વસતિ વધતાં ઉચ્છ્વાસને લીધે આ પ્રમાણ વધે છે. જ્વાળામુખી પર્વતના પેટમાંથી પુષ્કળ કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુ બહાર આવે છે, પ્રાણીઓની ચામડીથી ઉત્પન્ન થાય છે. વળી લાકડાં, તેલ, મીણબત્તી, કોલસા વગેરે કાર્બનવાળા બળતા પદાર્થોથી, પદાર્થો ખટાતાં, કહોતાં બીજના અંકુર થતાં-વરડાં થતાં આ વાયુ ઉત્પન્ન થાય છે. ખડી, પત્થર અને શીપમાં પણ આ વાયુ ભળેલો હોય છે.

કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુ ઉત્પન્ન કરવાની રીત:—ખડી–ચાક, સંગમરમર પત્થર કે શીપ ઉપર મીઠાનો તેજાબ રેડતાં આ વાયુ પરપોટા રૂપે છૂટી ઉપર એકઠો થાય છે. એકઠો થયેલો વાયુ રબરની નળી વાટે રેડી બાટલીઓમાં એકઠો કરાય છે. આવી રીતે ભરેલી બાટલીઓ સોડાવૉટર, લેમોનેડ વગેરેનાં કારખાનામાં વપરાય છે.

એમોનિઆ વાયુના ગુણ:—આ વાયુ હવા કરતાં હલકો છે અને પાણીમાં ઘણો ઓગળે છે. એમોનિઆથી ભરેલી બાટલી પાણીના તપેલામાં ઉંધી રાખતાં પાણીમાં ઓગળે છે અને ખાલી થતી બાટલીમાં પાણી ચઢે છે. આ વાયુ બહુ તીખો અને નાકે ઝણઝણાટ કરવા વાળો છે. આ વાયુ બળતાને મદદ કરતો નથી. એમોનિઆથી ભરેલી બાટલીમાં બળતી મીણબત્તી મૂકતાં હોલવાઈ જાય છે. મૂત્ર+પાણી કહોતાં આ વાયુ ઉત્પન્ન થાય

છે. મૂત્રમાં અને ઘોડાની લાદમાં એમોનિઆ વિશેષ હોય છે. નવસાગર+ચૂનો ભેગો કરી ચોળી સુંઘતાં અથવા બાટલીમાં નવસાગર+ચૂનાને ઓગાળી સુંઘતાં નીકળતો વાસ એમોનિઆનો છે.

એમોનિઆ તૈયાર કરવાની રીતઃ—નવસાગર+ચૂનાનો ભૂકો સરખો લઇ મિશ્ર કરી વાસણમાં ગરમ કરી નળીના મુખ ઉપર ઉંધી બાટલી ધરવી એટલે બાટલી એમોનિઆ વાયુથી ભરાઇ અંદરની બીજી ભારે હવા બહાર નીકળી જશે.

હવામાંના ભેજનો ઉપયોગઃ—હવામાંની વરાળ તે હવાનો ભેજ કહેવાય છે. આ ભેજથી વાતાવરણ ગરમ થઇ જતું અટકે છે અથવા ગરમ થયેલા વાતાવરણને ઠંડું પાડી સ્થિર કરે છે તેથી વાતાવરણનાં તોફાનો કમી થાય છે. આ ભેજવાળી હવા પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિનાં શરીરોને પોષે છે અને હવા લેવા લાયક થાય છે.

કાળજું, બરોળ, મૂત્રપિંડ.

ઉદરનાં અંગઃ—છાતીની નીચેની—ધડની નીચેની બખોલ ઉદર કહેવાય છે. ઉદર અને છાતી વચ્ચે ઉદરપટલ નામનો સ્નાયુનો પડદો હોય છે તેથી ઉદર છાતીથી જૂદું પડે છે. આ ઉદરમાં ૧ **કાળજું-કલેજું, અને પિત્તાશય, ૨ જઠર,** ૩ બરોળ, ૪ આંતરડાં, ૫ મૂત્રપિંડ એ જૂદાં જૂદાં અંગ આવેલાં છે. ઉદરને કેટલાક કલેજું કે જઠર નામ આપે છે. તે બરાબર નથીં; કેમકે જઠર અને કલેજું તો ઉદરમાંની માત્ર જૂદી જૂદી ઇંદ્રિયો છે. પિત્તાશય કલેજામાં અને મૂત્રાશય મૂત્રપિંડમાં સમાઇ જાય છે.

કાળજાંની-કલેજાંની રચનાઃ—કલેજું માંસનો મોટો ગોળો છે અને તે નાના અનેક ગોળા-કોષોથી બનેલો છે. આ ગોળો બહારથી લીસો પણ અંદરથી ખડબચડો હોય છે, અંદર નસો પથરાઇ તેમાંથી બહાર નીકળેલી હોય છે.* આકાર ચપટો અને અસમાન હોય છે. અસમાન આકાર હોવાથી

* ૯-૧૦ માસના નાનાં બાળકોનું જઠર આંતરડા જેવું નળી આકારનું નાના કદનું હોય છે પણ ઉમર વધતાં આકાર બદલાતો જઈ કદ વધે છે.

મોટો ભાગ મોટું કલેજું અને નાનો ભાગ નાનું કલેજું કહેવાય છે. મોટો ભાગ ઉદરપટલની નીચે જમણી તરફ અને નાનો ભાગ ડાબી તરફ ગયેલો હોય છે. એ ૧૨ ઇંચ લાંબુ હોય છે. એનો રંગ રતુમડો–રતાશ પડતો ભૂરો બદામી હોય છે. એને ઉપર બે મુખ હોય છે તેનો સંબંધ જઠર સાથે થયેલો હોય છે. નીચે ૨ મુખ હોય છે તેમાંનું ૧ પિત્તાશયની કોથળી સાથે અને ૧ નાનાં આંતરડાં સાથે જોડાયેલું હોય છે. **પિત્તાશય**–પિત્તની કોથળી કલેજામાં નીચે હોય છે તે કલેજાનોજ ભાગ ગણાય છે. આ કોથળીનો નીચે નાનાં આંતરડાં સાથે સંબંધ હોય છે. પિત્તની કોથળી લાગણીવાળી હોવાથી આંતરડાને જરૂર પડતાં નીચેથી ઉઘડે છે.

કલેજાનું કામ:—આ અતિ ઉપયોગી ઇંદ્રિય છે અને પાચનક્રિયામાં અગત્યનું કામ બજાવે છે. જઠરે બનાવેલો ખોરાકનો રસ ઉપરના એક મુખમાં થઇ કલેજામાં દાખલ થાય છે. જઠરમાંનો રસ તે મેલું ઘાડું લોહી છે. આ રસ અનેક ગોળામાં શોષાઇ જાય છે. પ્રત્યેક નાના ગોળામાં કારખાનાની જૂદી જૂદી ઓરડીમાં થતા કામની પેઠે પાચનક્રિયાનું કામ થાય છે. કોષો જરૂર પડતા પ્રવાહીઓ ઉત્પન્ન કરી ઘાડા લોહીમાં ભેળવે છે. રાત્રિદિવસ નિરંતર કામ કરી ઘાડા લોહીમાંથી પીળા રંગનું પ્રવાહી પિત્ત બનાવી જૂદું પાડી પિત્તાશયની કોથળીમાં મોકલે છે અને (કેટલીક) ચરબી, શર્કરા પદાર્થને જૂદા પાડી સંગ્રહ કરી કલેજાને જરૂર પડે આપ્યા કરે છે. પિત્ત, ચરબી, શર્કરા બનવાનું કામ થઇ રહેતાં વધેલા ઘાડા લોહીને નીચેના બીજા મુખે નાના આતરડાગાં મોકલે છે. આંતરડામાં ધાડો રસ, માંસગોળાનો માંસરસ અને પિત્ત મળી ચરબી–તેલી પદાર્થ લોહીમાં રૂપાંતર થઇ પચે છે.

કલેજાની લેવાની સંભાળ:—કલેજાના કોષો નિરંતર કામ કર્યા કરે છે તેથી થાકી જાય કે નબળા પડી જાય પણ હૃદયમાં શુદ્ધ થયેલું તાજું લોહી બીજે રસ્તેથી મળ્યા કરે છે તેથી તેનું પોષણ થયા કરે છે તેથી તેમ થતું

૧ નાનાં મોટાં આંતરડાં જૂદાં જૂદાં નથી પણ ઉપર નાનાં અને નીચે મોટાં હોય છે. વળી આ તમામ એકજ આંતરડું હોય છે પણ આડા અવળી અનેક રૂપે ગોઠવાઇ બધું નીચેનું પેટ ભરી કાઢે છે તેથી આંતરડાં કહેવાય છે.

નથી: કલેજાને તાજું લોહી પૂરતું મળવા શુદ્ધ હવા અને ખોરાક પાણીની તજવીજ કરવી જોઇએ. ચરબી અને શર્કરા લોહીમાં પુરતી ન ભળી જતાં વધી પડે તો પેટ વધી જાય છે. આવી સ્થિતિ આળસુઓની થાય છે તેથી કસરત અને હિલચાલ વધારવી જોઇએ. કલેજામાં પિત્ત ઉત્પન્ન કરવાની ક્રિયા બહુ ઉતાવળી થતાં પિત્ત વધી પડે છે ત્યારે બેચેની થાય છે તેથી પિત્ત વધુ થતાં પિત્તને ખેંચી લેનારો ખોરાક લેવો જોઇએ. બીર અને એવો (બીજો જલદ) દારૂ પીવાથી કલેજાના નાજુક કોષો પર ઝટ અસર થઇ તેના નાજુક તંતુઓ નબળા પડી જાય છે અને ઘણીવાર ગંભીર રોગો ઉત્પન્ન થાય છે તેથી કેફી પીણાથી દૂર રહેવું જોઇએ.

બરોળ:—બરોળનું બીજું નામ **પ્લીહા** છે. એ ઇંદ્રિય ઉદરમાં ડાબી બાજુએ જઠરની પાછળ જઠરના ડાબા છેડાની પાસે રહેલી છે. એનો રંગ ઘેરો જાંબુઓ છે. એનું બંધારણ નરમ મેંદા જેવું હોય છે એટલે એનો ગોળો નરમ મેંદા જેવો પણ ઘટ્ટ હોય છે એનું કદ હથેળી જેવડું હોય છે અને વજન આશરે ૦ાા રતલ હોય છે.

બરોળનું કામ:—આ પાચનક્રિયાને (ખોરાકનું લોહી કરવામાં) મદદ કરનાર પિંડ છે. એ લોહીને કલેજામાં મોકલે છે એટલે આ કલેજાના સંબંધનુંજ અંગ છે. બરોળ બગડતાં કલેજાનું કામ મંદ પડે છે તેથી પાચનક્રિયાને હરકત આવે છે.

બરોળની સંભાળ:—આ ઇંદ્રિય શરદ ઋતુના મૅલેરિયા (ઝેરી) તાવથી ફૂલે છે ત્યારે શરીર ગળી જઇ પેટ વધે છે. આ ઝેરી તાવ શરદ ઋતુમાં મચ્છરોથી ઉત્પન્ન થાય છે, એનું જંગલવાળા ભાગોમાં વિશેષ જોર હોય છે. બરોળ વધતાં ફાટી જવાનો સંભવ છે. બરોળ ફાટતાં મૃત્યુ થાય છે. બરોળનું રક્ષણ કરવા મૅલેરિયા તાવથી શરીરને બચાવવું એ સારો ઉપાય છે. મૅલેરિયા તાવ મચ્છર ન કરડવા દેવાથી અને ક્વીનાઇન વાપરવાથી અટકે છે.

મૂત્રપિંડ:—(ગુરદા) મૂત્રપિંડ ૨ હોય છે અને કમ્મરના મણકાની દરેક બાજુએ આંતરડાંની પાછળ એકેક રહેલા હોય છે. એમનો આકાર શીંગના જેવો કે ફણસના બીના જેવો હોય છે. એનો રંગ બદામી હોય છે. તેની

લંબાઇ ૨ થી ૪ ઇંચની હોય છે. એ પિંડો ચરબીમાં દટાયેલા હોય છે. ઉદરને તળિયે ખાડામાં મૂત્રાશય હોય છે તે બન્ને મૂત્રપિંડો સાથે એક ફુટ લાંબી બે નળીઓ વડે જોડાય છે, આ રીતે આ પિંડો કોષો અને નળીઓ મળી બનેલા માંસના ગોળાજ છે.

મૂત્રપિંડોનું કામઃ—લોહીમાંથી યુરીયા નામનો ઝેરી અને નિરૂપયોગી પદાર્થ મૂત્રપિંડો જૂદો પાડી તેને સ્વચ્છ બનાવે છે. આ યુરીયા–મૂત્ર મૂત્રાશયમાં–મૂત્રના ફુક્કામાં એકઠું થાય છે અને વધતાં વખતો વખત બહાર નીકળે છે.

મૂત્રપિંડની સંભાળઃ—મહેનત કર્યા પછી મૂત્રપિંડને પવન લાગે તો શરદી થઇ લાંબો વખત ચાલનારા રોગ ઉત્પન્ન થાય છે અથવા કેટલીક વાર મૃત્યુ પણ થાય છે.

સૂર્ય.

સૂર્યની રચનાઃ—સૂર્યનો આકાર આંખે ચપટો પણ દૂરબીનમાં કાળો રંગિત કાચ મૂકી જોતાં ગોળ દેખાય છે. આ ગોળો બહુ નાનો દેખાય છે પણ આપણી પૃથ્વી કરતાં ૧૩ લાખ ગણો મોટો છે એટલે પૃથ્વી જેવડા ૧૩ લાખ ગોળા ભેગા કરતાં એક સૂર્યના જેવડો ગોળો થાય છે. આવડો મોટો છતાં બહુ દૂર (એટલે * ૯ કરોડ ૨૭ લાખ મૈલ દૂર) હોવાથી બહુ નાનો દેખાય છે.

સૂર્યનાં પરમાણુ પૃથ્વીનાં પરમાણુઓ જેટલાં સજ્જડ–ઘટ્ટ નથી, તેથી એ પૃથ્વી કરતાં ૧૩ લાખ ગણો મોટો છતાં +૩ા લાખ ગણો ભારે છે એટલે પૃથ્વી કરતાં સૂર્યનાં પરમાણુ $\frac{1}{8}$ સ્નેહાકર્ષણથી જોડાયેલાં છે. પૃથ્વીના ઢેફા જેવડો સૂર્યનો ટૂકડો લેતાં સૂર્યના ટૂકડામાં પૃથ્વીના ઢેફા કરતાં ૪થા ભાગનાંજ પરમાણુ થાય છે.

* ૯૩૦૦૦૦૦૦ મૈલ અંતર પણ ગણવામાં આવ્યું છે.

+ ૩૩૨૦૦૦ ગણો ભારે છે.

સૂર્યનાં *આવરણઃ—સૂર્યનો આખો ગોળો પ્રકાશમાન છતાં અર્ધો ભાગ પ્રકાશિત દેખાય છે. જે ગોળ સૂર્ય આંખ વડે જોઇએ છે તે માત્ર વચલો ઘટ ભાગ છે, એ ઘટ ભાગ **તેજાવરણ** (તેજનું આવરણ) કહેવાય છે. આ આવરણ લોઢું, નિકલ, રૂપું, સોનું ઇત્યાદિ બળતી ધાતુઓની વરાળ અને બળતા વાયુઓનું બનેલું છે એટલે કે આ તેજાવરણ એ બળતું વાતાવરણ છે. તેજાવરણની ઉપર ચોતરફ **રંગાવરણ** (રંગવાળુ આવરણ) છે. આ આવરણ તેજાવરણ ઉપર હજારો મૈલ વિસ્તારમાં રહેલું છે. આ રંગાવરણની વચમાં તેજાવરણ ઢંકાયેલું છે, એટલે તેજાવરણનો પ્રકાશ આ હજારો મૈલના આવરણમાંથી બહાર નીકળે છે. આ રંગાવરણ વજનમાં બહુ હલકી વરાળનું બનેલું છે.

રંગાવરણની ચોતરફ મુકુટાવરણ (મુકુટનું આવરણ) છે અને તે લાખો મૈલના વિસ્તારમાં ફેલાયેલું છે.

સૂર્યના પ્રકાશને લીધે દિવસે જેમ તારા દેખાતા નથી તેમ આ બે આવરણો તેજાવરણ–સૂર્યના પ્રકાશને લીધે દેખાતાં નથી, પણ સૂર્યનું ખગ્રાસ ગ્રહણ થતાં ત્રણે આવરણ દેખાય છે.

આવરણોનો ઉપયોગઃ—તેજાવરણ એજ સૂર્યનો પ્રકાશ છે. આ અતિ બળતું વાતાવરણ છે. ઉપરનાં બે આવરણોમાંથી આ ગરમ પ્રકાશ પૃથ્વી પર આવતાં નરમ પડે છે તેથી સહન થઇ શકે છે. ઉપરનાં બે આવરણ ન હોત તો પૃથ્વી ઉપર હાલના કરતાં બમણી ગરમી પડત.

સૂર્ય સર્વ ગ્રહને ફેરવે છેઃ—સૂર્ય બહુ મોટો હોવાથી પૃથ્વીને ખેંચે છે અને પૃથ્વી દૂર જવાનું કરે છે અને વળી તે સૂર્યથી બહુ દૂર છે, તેથી સૂર્યની આજુબાજુ પૃથ્વી ફરે છે અને એજ પ્રમાણે બીજા ગ્રહો પણ સૂર્યની આજુબાજુ સૂર્યના આકર્ષણને લીધે ફરે છે. સૂર્યથીજ સર્વ ગ્રહ પ્રકાશિત થઇ ઉષ્ણતા મેળવે છે.

સૂર્ય પરના ×કાળા ડાઘાઃ—સૂર્યના તેજાવરણ પૃષ્ઠ ઉપર બધેજ તેજ

---

* આવરણ=પડ.

× કાળા ડાઘને કાળાં ધાબાં પણ કહે છે. આ ડાઘ માટે વિદ્વાનોના જૂદા જૂદા

પથરાયેલું જણાતું નથી પણ તેમાં વચમાં વચમાં કાળા ડાઘ દેખાય છે. આ ડાઘ એ તેજાવરણ પૃષ્ઠનાં બાકાં છે અને બાકાં ખાલી નથી પણ વાયુઓથી ભરેલાં છે. આ વાયુઓ નીચેના તેજાવરણ પ્રકાશને બહાર નીકળવા દેતા નથી પણ ઉલટાં તેજનું શોષણ કરે છે તેથી કાળા ડાઘ દેખાય છે. આ ડાઘમાંના કેટલાકનો વિસ્તાર કરોડો મૈલનો છે. ડાઘ હંમેશાં બદલાયા કરે છે અને કેટલાક દહાડા દેખાઈ અદૃશ્ય થાય છે. ડાઘની સંખ્યામાં પણ વર્ષો વર્ષ વધઘટ થયા કરે છે. દર ૧૧૩/૪ વર્ષે ડાઘ વધુમાં વધુ દેખાય છે. પવનથી સમુદ્રપર તરંગ થાય છે તેમ ડાઘ પણ હાલે છે અને આકાર બદલાય છે.

કાળા ડાઘ ઉપરથી સમજાતી સૂર્યની ગતિઃ—કાળા ડાઘ પૂર્વથી પશ્ચિમ તરફ જતા દેખાય છે અને છેવટે પશ્ચિમ તરફ અદ્રશ્ય થાય છે. અસ્ત થયા પછી વળી પૂર્વમાં ૧૨ દિવસે દેખાય છે એટલે એક ડાઘ દેખાતાંજ જોઈએ અને અદૃશ્ય થયા પછી ફરી દેખાતાં જોઈએ તો ૨૫ દિવસ થાય છે તે પરથી સમજાય છે કે સૂર્ય પોતાની ધરી પર ૨૫ દિવસમાં એક પ્રદક્ષિણા કરે છે. આ રીતે સૂર્ય પોતાની ધરી ઉપર નિરંતર ફર્યા કરે છે અને તે ફરવાની મુદત ૨૫ દિવસની છે એમ સમજાય છે. ખરી રીતે ડાઘ ૧૪ દિવસે અસ્ત થઇ બીજા ૧૪ દિવસે દેખાય છે તેથી ૨૮ દિવસ લાગે છે પણ તેટલા અરસામાં પૃથ્વી પણ ચાલે તે કસર કાપતાં ૨૫ દિવસની ગતિ ગણવામાં આવી છે.

સૂર્ય ઉપરના ઢેકાઃ—સૂર્ય ઉપર પ્રકાશિત આવરણો સિવાય ઉપસી આવેલા ઢેકા દેખાય છે. ઢેકાના આકારમાં વખતો વખત ફેરફાર થાય છે અને કોઇ વાર

મત પણ પડે છે. ૧ કેટલાક કહે છે કે બાફથી વાદળાં થઈ સૂર્ય પર વરસાદ વરસે છે તેના ડાઘ દેખાય છે. ૨ કેટલાક કહે છે કે રસ રૂપી દ્રવ્યનો સૂર્ય બનેલો છે અને તેમાં જે ઘનરૂપ ભાગ છે તે કાળા ડાઘ છે. ૩ કેટલાક કહે છે કે મધ્યભાગ ઘન નથી, પ્રવાહી નથી, પણ વાયુરૂપ છે. આ વાયુરૂપ પડદામાં બાફ ઘનરૂપ થઈ ઉપર નીચે જાય છે ત્યારે પ્રકાશની આડે આવે છે તેથી ડાઘ દેખાય છે. ૪ કેટલાક કહે છે કે આ સૂર્ય ચોતરફ બળતા વાયુ અને દ્રવનો ગોળો છે અને ઠેકાણે ઠેકાણે ઘનરૂપ છે તે ડાઘ છે.

તેજાવરણથી લાખો મૈલ લાંબા જાય છે. આ ઢેકા સૂર્યમાંથી નીકળતા બળતા પ્રકાશિત વાયુના સમૂહ છે. અતિ ગરમ હોવાથી આ વાયુના ઢેકાની ગતિ કેટલીકવાર સેકન્ડે ૧૫૦ મૈલની થઇ જાય છે.

સૂર્યમાં થતાં તોફાન:—સૂર્ય બળતું વાતાવરણ છે તેથી તેમાં અતિ ગરમ થયેલા વાયુ અને ઝગઝગતી વરાળથી રાત્રી દિવસ તોફાનો થયા કરે છે.

સૂર્ય એક તારો છે:—આવો ચમત્કારી સૂર્ય આકાશમાંના અસંખ્ય તારાના જેવોજ એક તારો છે એથી આકાશ કેવું મહાન્ પોલ અને ચમત્કારોથી ભરેલું છે તે વિચારતાં તેના કર્તા મહાન્ પ્રભુની અનંત શક્તિનું આપણને ભાન થાય છે.

સૂર્યનું કામ:—સૃષ્ટિની* સઘળી ઉષ્ણતા અને પ્રકાશનું મૂળ સૂર્ય છે. સૂર્ય અતિ ગરમીનો ભંડાર છે પણ પૃથ્વી પર માત્ર બે અબજમો ભાગજ આવે છે. વધુ ગરમી આવતી હોત તો સૃષ્ટિ વાયુ રૂપ કે પરમાણુ રૂપ બની જાત અને વળી સૂર્યની ગરમી× ખૂટી જાત પણ અતિ થોડી ગરમી આવતી હોવાથી સૂર્યની ગરમી કાયમ રહે છે.

---

* ગરમી સર્વ સ્થળે સરખા જથામાં પ્રસરે છે. આ પ્રસરી જતી ગરમી જોઇતા પ્રમાણમાં એકઠી કરાય તો યાંત્રિક કાર્ય કરાવી શકાય છે પણ વિખરાઈ જાય તો કાર્ય થતું નથી. આ રીતે સૃષ્ટિમાં ગરમીથી શક્તિ મળે છે અને શક્તિથી સર્વ કાર્ય થાય છે. ઉદાહરણ તરિકે:-સૂર્યકિરણ વનસ્પતિનાં પાંદડાંમાં લીલા પદાર્થ ઉપર કાર્ય કરી તેમાં વાતાવરણમાંના કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુને પ્રવેશાવે છે અને તેનું પ્રથક્કરણ કરી ઑક્સીજન વાયુને બહાર કાઢી અંદર કાર્બનનો સંચય કરાવે છે. આ કાર્બનમાં સૂર્યકિરણની શક્તિ છુપાયેલી હોય છે. આ કાર્બન બળતણ કે કોલસા રૂપે યંત્રને શક્તિ આપે છે અને શાક, ફળ, અન્ન, ઘાસ વગેરે રૂપે પ્રાણીઓને શક્તિ આપે છે અને એ રીતે જગતમાં સર્વત્ર સૂર્યની શક્તિ એકઠી થાય છે. ગરમી એ પદાર્થનાં પરમાણુની ધ્રૂજતી ગતિ છે. ગરમીને અટકાવાથી શક્તિ થાય છે અને આ રીતે સૂર્યની ગરમી શક્તિના રૂપમાં બદલાતાં સૃષ્ટિનાં સર્વ કાર્ય થાય છે. વળી રાત્રી દિવસ, જૂદી જૂદી ઋતુઓ, વરસાદ, વંટોળીઆ વગેરે સૂર્ય વડે થાય છે તેથી સૂર્ય અનંત છે! મહાન્ દેવ છે! સૃષ્ટિનો આધાર છે! સર્વનું આદિ કારણ છે! એમ કહેવાય છે.

× અનંતકાળથી સૂર્યની ગરમી ચાલુ છતાં કેમ ખૂટતી નથી? આ પ્રશ્ન વારંવાર ઉઠે છે. અર્વાચીન શોધકોના આ માટે બે મત છે. ૧ લો મતઃ—સૂર્યમાં

ચંદ્ર.

ચંદ્રની રચના:—ચંદ્ર કદમાં પૃથ્વીના કદનો ૧/૪૯ ભાગ જેવડો છે જ્યારે તેનું વજન પૃથ્વીના વજનના ૧/૮૧ ભાગ જેટલું છે એટલે કે ચંદ્રનાં પરમાણુ પૃથ્વીનાં પરમાણુ કરતાં આછાં છે. ચંદ્ર પૃથ્વી કરતાં નાનો છે તેથી પૃથ્વીના પૃષ્ઠ કરતાં ચંદ્રના પૃષ્ઠ ઉપર છઠ્ઠા ભાગનું આકર્ષણ થાય છે તેથી પૃથ્વી કરતાં ચંદ્ર ઉપર વસ્તુઓનું વજન ૧/૬ ભાગ જેટલું થાય છે એટલે પૃથ્વી ઉપર ૬ મણ વજન થાય તેજ પદાર્થનું ચંદ્ર ઉપર ૧ મણ વજન થાય છે.

પૃથ્વીથી ચંદ્ર * ૨૪૦૦૦૦ મૈલ દૂર છે. આટલું લાંબું અંતર છતાં પૃથ્વી અને ચંદ્ર વચ્ચે બીજો કોઇ આકાશી પદાર્થ નથી એટલે પૃથ્વીની પાસેમાં પાસેનો આકાશી પદાર્થ ચંદ્રજ છે. આ બે વચ્ચે કોઇ કોઇ વાર ધૂમકેતુ કે ખરતા તારા આવે છે પણ તે કાયમ રહેતા નથી.

દૂરબીન સિવાય ફક્ત આંખ વડે જોતાં તેની સપાટીનો કેટલોક ભાગ બીજા આકાશી પદાર્થો કરતાં વધુ કાળો દેખાય છે અને દૂરબીનથી જોતાં તેમાં

અનંત ખરતા તારાની વૃષ્ટિ હંમેશાં થયા કરે છે તેના અથડાવાથી નવીન ગરમી ઉત્પન્ન થયા કરે છે તેથી ખૂટતી નથી. **૨ જો મત:**—ગરમી નીકળતાં–કમી થતાં સૂર્ય તેટલો ઠંડો પડે તેથી તેનું કદ સંકોચાય છે અને એમ કદ નિરંતર સંકોચાતાં ગરમી ઉત્પન્ન થયા કરે છે.

સૂર્યની આજુબાજુ ૩૫–૩૬ ફીટ જાડું બરફનું પડ કરતાં એક મિનિટની નીકળતી ગરમીથી પીગળી જાય તેમ છે. ૧૬૫૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦૦ ટન કોલસા બળતાં થતી ગરમી જેટલી ગરમી ૧ સેકન્ડમાં સૂર્યમાંથી નીકળી ચોતરફ ગ્રહો વગેરે તરફ પ્રસરે છે અને એમ કરોડો વર્ષથી ચાલે છે પણ એમ અનુમાન કરવામાં આવે છે કે આ ઉષ્ણતાનો જથો પરમાવધિ છે, પણ આ અનુમાન યોગ્ય નથી. તપાવી લાલચોળ કરેલું લોઢું ધીમે ધીમે ઠંડું પડી જાય છે તેમ હાલ સૂર્ય ઠંડો પડતો નથી એટલે તેની ઉષ્ણતા કમી થતી જણાતી નથી. લાખો વર્ષથી સૂર્ય છે એમ સાબીત થયા છતાં ઉષ્ણતા જાણવા જેવી કમી થઇજ નથી. વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓની સ્થિતિ જેવી ને તેવી લાખો વર્ષોથી છે તેથી પણ ગરમી કમી થયેલી જણાતી નથી તેથી ગરમી નવીન ઉત્પન્ન થતી હોવી જોઇએ એમ માનવું પડે છે.

* ૨૩૮૮૫૦ મૈલનું અંતર પણ ગણવામાં આવ્યું છે.

*ટાઢા પડી ગયેલા મોટા જ્વાળામુખી પર્વતો, પર્વતોની હારો, ખીણો, સપાટ મેદાનો દેખાય છે. પ્રથમ આ મેદાનો સાગર છે એમ શોધકો કહેતા હતા પણ હવે વિચાર બદલાયો છે. હાલ શોધ થઇ છે કે ચંદ્ર પર પાણીજ નથી તેથી સરોવર, નદીઓ કે સમુદ્ર હોઇ શકે નહિ. પાણી નથી તેથી વાદળાં થતાં નથી અને વાતાવરણ પણ નથી. ચંદ્ર જાતે પ્રકાશિત નથી. તેનો ઘન ગોળો પૃથ્વી જેવો અપારદર્શક અને અપ્રકાશિત છે. સૂર્ય પરથી પૃથ્વી પર પ્રકાશ પડે છે, તેમ ચંદ્ર પર પણ પડે છે. આ સૂર્ય પ્રકાશ પૃથ્વી તરફના ચંદ્રના ભાગ ઉપર પડે છે ત્યારે ત્યાંથી પરાવર્તન પામી આપણી આંખમાં પ્રવેશે છે તેથી ચંદ્ર દેખાય છે. સૂર્ય પ્રકાશ સામી બાજુએ પડે છે ત્યારે પ્રકાશ પરાવર્તન પામે છે પણ તે પરાવર્તન પામેલાં કિરણ પૃથ્વી ઉપર ન આવતાં આકાશમાં ફેલાઈ જાય છે તેથી ચંદ્ર દેખાતો નથી. આ રીતે ચંદ્ર જાતે પ્રકાશિત નથી પણ સૂર્ય વડે પ્રકાશતો પદાર્થ છે. સૂર્ય પ્રકાશથી ચંદ્ર

---

* પૃથ્વીનો એક ટુકડો કોઇ કાળે છૂટો પડી ચંદ્ર બન્યો છે. પૃથ્વી પૂર્વ કાળે ધગધગતી હતી ત્યારે આ ટુકડો છૂટો પડી ગયેલો હતો ભરતીઓટથી પૃથ્વીની સપાટી ઉપર ઘર્ષણ થાય છે તેથી તેનો (પૃથ્વીનો) ફરવાનો વેગ ઘટતો જાય છે. પૂર્વ કાળે પૃથ્વી પોતાની ધરી ઉપર ૩ કલાકમાં ફરી રહેતી હતી ત્યારે હાલ ૨૪ કલાકમાં ફરી રહે છે એટલે ૧/૮ વેગ માત્ર રહ્યો છે. જ્યારે ૩ કલાકનાં રાત્રિ દિવસ થતાં ત્યારે ચંદ્ર પાસે હતો. ચંદ્ર છૂટો પડયા પછીજ રાત્રિ દિવસ અને ભરતી ઓટ થવા લાગ્યાં હતાં. ચંદ્ર પાસે હતો ત્યારે ભરતી ઓટનાં મોજાં ડુંગર જેવડાં થતાં હતાં તેથી વેગ જોરથી ઘટતો હતો. જેમ જેમ પૃથ્વીની ગતિ નરમ પડતી ગઇ તેમ તેમ ચંદ્ર પણ દૂર દૂર ખસતો ગયો અને હજુ પણ તેમ થાય છે એમ વિદ્વાનોનો મત છે. એક સેકન્ડ વખત વધવાને ૧૮૬૦૦૦ વર્ષ લાગે છે એટલે ૧ કલાક વધવાને ૬૦॥ કરોડ વર્ષ લાગે છે અને એ હિસાબે ૧૨–૧૩ અબજ વર્ષોથી ચંદ્ર દૂર જવાનું કાર્ય કરી રહ્યો છે! આ રીતે ચંદ્ર ગરમ હતો પણ ધીમે ધીમે ઠંડો પડતો જઈ હાલ તદ્દન ઠંડો પડી ગયો છે. આમ ચંદ્ર ઠંડા અંગારા જેવો જડ છે અને હવા પાણી વગરનો છે તેથી ત્યાં કશું કાર્ય થતું નથી. ઠંડા પડી ગયેલા પર્વતો વગેરેથી કાળા ડાઘ દેખાય છે તેનો આકાર સસલાના જેવો હોવાથી સસલાનું ચિહ્ન (અંક)—શશાંક કહેવાય છે.

ઘણી વાર દિવસે પણ રાત્રીની પેઠે દેખાવો જોઇએ પણ દિવસે સૂર્યના પૃથ્વી પર આવતા અતિ પ્રકાશથી ચંદ્ર પરથી આવતો પ્રકાશ દબાઈ જાય છે તેથી દિવસે ચંદ્ર દેખાતો નથી. રાત્રે સૂર્ય પ્રકાશ પૃથ્વી ઉપર આવતો નથી તેથી ચંદ્ર દેખાય છે.

ચંદ્રની કળાની વૃદ્ધિ અને ક્ષયઃ—દર માસે સુદ પડવાની રાત્રીએ સૂર્ય આથમતાની સાથે પશ્ચિમમાં ચંદ્ર ઝાંખા તેજવાળો સુંદર અળાયા (અલાયા–ઓળાયા) જેવો દેખાય છે અને દરરાત્રીએ પૂર્વ તરફ ખસેલો જણાય છે. નરી આંખે બીજને દિવસે દેખાય છે તેથી બીજના ચંદ્રનાં દર્શન કરવા–બીજનો ચંદ્ર જોવા રિવાજ પડી ગયેલો હોય છે. ચંદ્ર જેમ પૂર્વ તરફ ખસતો જાય છે તેમ આકાશમાં વધુ વખત રહે છે અને મોટો થતો જાય છે. પંદર દિવસમાં પૂરેપૂરો વધી રહે છે અને સૂર્યાસ્ત વખતે પૂર્વમાં ઉગી આખી રાત્રી આકાશમાં ફરી સૂર્યોદય થતાં પશ્ચિમમાં અસ્ત થાય છે. પછી વદ પડવાથી રોજ મોડો મોડો પૂર્વમાં ઉદય થાય છે અને આકાશમાં સૂર્યોદય સુધી રહે છે. એમ ઘટતાં ઘટતાં વદી અમાસે બિલકુલ દેખાતો નથી. પણ સુદી પડવે વળી પશ્ચિમમાં સૂર્યાસ્ત પછી દેખાય છે. આ રીતે ચંદ્રની કળામાં વૃદ્ધિ (વધારો) અને ક્ષય (ઘટાડો) થયા કરે છે.

ચંદ્રની કળાની ક્ષયવૃદ્ધિનું કારણ:—પૃથ્વી સૂર્યની આજુબાજુ ફરતી પોતાની ધરી પર ફરે છે તેથી તે ગ્રહ કહેવાય છે, પણ ચંદ્ર પૃથ્વીની આજુબાજુ ફરી સૂર્યની આજુબાજુ ફરે છે તેથી એ ગ્રહનો ગ્રહ એટલે ઉપગ્રહ (ન્હાનો ગ્રહ) કહેવાય છે. ચંદ્ર પૃથ્વીની આજુબાજુ ૨૯॥ દિવસમાં ફરી રહે છે. વળી ચંદ્ર ફરતી વખતે તેની એકની એકજ બાજુ પૃથ્વી તરફ રહે છે એટલે પૃથ્વીની આજુબાજુ ફરે છે તેટલાજ વખતમાં તે પોતાની ધરી પર ફરી રહે છે તેથી માત્ર ચંદ્રનો અર્ધો ભાગજ આપણને દેખાય છે ને તેથી ચંદ્રની કળા જોવામાં આવે છે.

સૂર્યપરથી ચંદ્રપર પ્રકાશ પડતાં ચંદ્ર સૂર્ય અને પૃથ્વીની વચમાં હોય ત્યારે સૂર્ય તરફના અર્ધા ભાગ પર અજવાળું પડી સૂર્ય તરફ પરાવર્તન પામે છે તેથી સૂર્ય તરફનો ચંદ્રનો ભાગ પ્રકાશિત થાય છે, પણ પૃથ્વી તરફનો

ભાગ અંધારામાં આવવાથી દેખાતો નથી; કેમકે પૃથ્વી તરફના ચંદ્રના અર્ધા ભાગ પર અજવાળું પડતું નથી. અમાસે રાત્રે આ પ્રમાણે ચંદ્ર, સૂર્ય અને પૃથ્વી વચ્ચે આવે છે તેથી એ રાત્રે ચંદ્ર પૃથ્વીપર દેખાતો નથી, પણ સુદ પડવેથી સૂર્ય અને પૃથ્વીની સીધી લીટીથી ચંદ્ર દૂર ખસતો જાય છે તેથી રોજ રોજ વધારે વધારે પ્રકાશિત ભાગ દેખાય છે, અને એ રીતે ચંદ્રની કળા દેખાય છે. આ ચંદ્રની વૃદ્ધિ છે. ચંદ્રની પોતાની ગતિ કરતાં પૃથ્વીની ગતિ ઉતાવળી છે તેથી આજે ચંદ્ર જે જગ્યાએ દેખાતો હોય તે સ્થળે દેખાવાને ચંદ્ર આવી પહોંચતાં ૫૪ મિનિટ વાર લાગે છે તેથી ચંદ્ર દરરોજ ૫૪ મિનિટ મોડો દેખાય છે તેથી અંધારીઉં દરરોજ લંબાતું જાય છે અને એજ રીતે અજવાળીઉં પણ દરરોજ વધતું જાય છે.

ચંદ્રગ્રહણ:—ચંદ્ર ન્હાનો છે તેથી ચંદ્ર અને સૂર્યની વચ્ચે પૂર્ણિમાની રાત્રીએ પૃથ્વી તદ્દન સીધી લીટીમાં આવી જાય તો સૂર્યનો પ્રકાશ ચંદ્રપર જઈ શકતો નથી એટલે પૃથ્વીના પડછાયામાં ચંદ્ર આવી જાય છે. ચંદ્રપર પ્રકાશ ન પડવાથી દેખાતો નથી ત્યારે ચંદ્રગ્રહણ થયું કહેવાય છે. દર પૂનેમે ચંદ્ર, સૂર્ય અને પૃથ્વી એક સીધી લીટીમાં આવી જતાં નથી તેથી દર પૂનેમે ચંદ્રગ્રહણ થતાં નથી.

સૂર્યગ્રહણ:—અમાસને દિવસે ન્હાનો ચંદ્ર સૂર્ય અને પૃથ્વીની વચમાં તદ્દન સીધી લીટીમાં આવી જાય ત્યારે ચંદ્રપરથી સૂર્યનો પ્રકાશ પરાવર્તન પામી પૃથ્વી તરફ થોડા ભાગમાં ચંદ્રનો પડછાયો પડે એટલે સૂર્ય તેટલા ભાગમાં દેખાય નહિ ત્યારે સૂર્યગ્રહણ થયું કહેવાય છે. દર અમાસે એ ત્રણે પદાર્થ એક સીધી લીટીમાં આવી જતા નથી તેથી દર અમાસે સૂર્યગ્રહણ થતું નથી. ચંદ્ર ન્હાનો હોવાથી તે આડે આવતાં તેની છાયા પડે તેટલા ભાગનેજ સૂર્યગ્રહણ દેખાય છે.

ચંદ્રપર પાણી કે વનસ્પતિ નથી:—ચંદ્રપર ૧૪ાા દિવસનો દહાડો અને ૧૪ાા દિવસની રાત્રી હોય છે. દહાડો હોય ત્યારે ચંદ્રનું પૃષ્ઠ અતિશય તપે છે. પાણીની વરાળ, પાણી વગેરે નહિ હોવાથી ગરમી શાન્ત પડતી નથી પણ વાતાવરણ નહિ હોવાથી પડતી ગરમી કિરણ રુપે (બ્હાર બારહૃત)

આકાશમાં પ્રસરી જાય છે તેથી દહાડે ઉષ્ણુમાન ઠારબિન્દુ–બરફ બનવાના બિન્દુ જેટલું ઠંડું રહે છે અને ૧૪॥ દિવસના અંધારામાં ૨૦૦° કે ૩૦૦° શૂન્ય નીચે ગરમી ઉતરી જાય છે એથી ગરમીના અભાવે પ્રાણી કે વનસ્પતિ ચંદ્રપર જીવી શકતાં નથી તેથી ત્યાં વસતિ નથી.

ગ્રહો.

ગ્રહો અને તેમની કક્ષાઓ. ગ્રહો:—પૃથ્વી, બુધ, શુક્ર, મંગળ, બૃહસ્પતિ–ગુરૂ, શનિ, યુરેનસ અને નેપચ્યુન એ આઠે ગ્રહ કહેવાય છે; કેમકે તેઓ સૂર્યની આસપાસ ફરે છે. **ગ્રહને ફરવાનો માર્ગ કક્ષા કહેવાય છે.** આ કક્ષામાંથી તે કદી ખસતા નથી અને ફરતાં કદી અટકતા નથી. સૂર્યની પાસે પહેલી કક્ષા બુધની, બીજી શુક્રની, ત્રીજી પૃથ્વીની, ચોથી મંગળની, પાંચમી ગુરુની, છઠ્ઠી શનિની, સાતમી યુરેનસની અને આઠમી નેપચ્યુનની છે.

અંદરના અને બહારના ગ્રહો:—પૃથ્વી અને સૂર્યની વચ્ચેના હોવાથી બુધ અને શુક્ર એ બે ગ્રહો અંદરના અને બાકીના પાંચ ગ્રહો બહારના કહેવાય છે.

બુધ સૂર્યની પાસેનો પહેલો ગ્રહ છે. એ સૂર્ય અને પૃથ્વીની વચ્ચે હોવાથી અંદરનો ગ્રહ કહેવાય છે. એ સૂર્યોદય પહેલાં કે સૂર્યાસ્ત પછી વધારેમાં વધારે ૧॥ કલાક સુધી ક્ષિતિજની ઉપર દેખાય છે એથી જે દેશોમાં બન્ને વખત લાંબા સમય સુધી ઝળઝળું રહે છે તે દેશોમાં એ બરાબર દેખાતો નથી; કેમકે ઝળઝળાને લીધે એ ઝાંખો પડી જાય છે. **કોપર્નિકસ** ખગોળવેત્તા એજ કારણથી બુધને જોઇ શક્યો નહોતો. આપણા દેશમાં તો એ દર વરસે કેટલાક દહાડા સહેલથી જોઇ શકાય છે. ચંદ્રની પેઠે એની કળામાં વધઘટ થાય છે પણ બરાબર જોઇ શકાતી નથી. એકલી આંખે જોતાં બુધ ચળકતો પીળચટો જણાય છે. બુધ અને સૂર્ય વચ્ચેનું અંતર ૩॥ કરોડ મૈલનું છે. એટલે પૃથ્વી અને સૂર્ય વચ્ચેના અંતર કરતાં એ અંતર ૨॥ ગણા કરતાં પણ ઓછું છે તેથી સૂર્યનાં કિરણનો પ્રકાશ અને તાપ (ગરમી) પૃથ્વીપરના પ્રકાશ અને તાપ કરતાં ઘણો વધારે એટલે સાત ગણો પડે છે. બુધ પોતાની ધરી પર ૨૪ કલાકમાં અને સૂર્યની આજુબાજુ ૮૬ દિવસમાં

ફરી રહે છે છતાં હાલની શોધે આ વાર્ષિક ગતિ ૮૬ દિવસની નહિ પણ ૮૮ દિવસની મનાય છે. બુધ સૂર્યની આજુબાજુ ૮૬ દિવસમાં ફરી રહે છે. તેથી તેનું વર્ષ ૮૬ દિવસનું અને દિવસ ૨૪ કલાકનો છે. કદમાં બધા ગ્રહો કરતાં બુધ ન્હાનો છે.

શુક્રઃ—બધા ગ્રહોમાં શુક્ર વધુ પ્રકાશિત અને સુંદર છે. અંધારી રાતે એના તેજથી પ્રકાશ જણાય છે અને સૂર્યના તેજથી તદ્દન ઝાંખો ન પડતાં કેટલીક વાર દિવસે પણ દેખાય છે. એ ગ્રહ કેટલીક વાર પશ્ચિમમાં સંધ્યાકાળે અને કેટલીકવાર પૂર્વમાં સવારમાં મળસ્કે વધુમાં વધુ ત્રણ કલાક દેખાય છે. શુક્રની કળા બદલાયા કરે છે. એના પૃષ્ઠપર ચંદ્રની પેઠે દુરબીનથી પર્વતો દેખાય છે. પૃથ્વીથી શુક્ર નજીકમાં નજીક આવતાં ૨॥ કરોડ મૈલના અંતરે રહે છે અને દૂર જતાં વધુમાં વધુ ૧૬ કરોડ મૈલનું અંતર પડે છે તેથી બિંબના દેખાવમાં તફાવત જણાયા કરે છે. એટલે કોઇ વાર ગોળ, કપાયેલો મોટો ગોળ, અર્ધગોળ, અળાયા (અલાયા) આકાર–રૂપનાં બિંબ જણાય છે. શુક્ર સૂર્યથી ૬॥ કરોડ મૈલ દૂર છે પણ પૃથ્વી કરતાં સૂર્યની પાસે છે તેથી તાપ અને પ્રકાશ બમણો પડે છે તેથી ત્યાંની સાધારણ હવા આપણી હવા કરતાં ઘણી ગરમ હોય છે. શુક્રની આસપાસ વાતાવરણ હોય છે પણ અતિશય વાદળાં હોવાથી એ વાતાવરણ જોઇ શકાતું નથી. શુક્રના બન્ને ધ્રુવ પાસે બરફનાં મોટાં મેદાંનો છે. કદમાં શુક્ર પૃથ્વી જેવડો મોટો છે. એ સૂર્યની આજુબાજુ ૨૨૪ દિવસમાં ફરી રહે છે અને પોતાની ધરી પર ૨૩ કલાકમાં ફરી રહે છે, પણ હાલની શોધ પ્રમાણે ૨૨૫ દિવસે વાર્ષિક ફેરો ફરી રહે છે એમ મનાય છે.

પૃથ્વીની ધરી પોતાની કક્ષા સાથે ૬૬॥ અંશનો ખૂણો કરે છે પણ શુક્રની ધરી પોતાની કક્ષાની સાથે ઘણો મોટો ખૂણો કરે છે તેથી શુક્રપર પૃથ્વીના જેવા ઋતુભેદ થવા છતાં અહીંના કરતાં ચમત્કારી થતા હશે એમ મનાય છે.

સમાપ્ત.